مقدمــة

الذكاء الاصطناعى للكمبيوتر

ومقدمة برولوج

إعـــداد

المهندس عبد الحميد بسيونى

دار النشر للجامعات المصرية

الطبعة الأولى

١٤١٤هـ - ١٩٩٤م

دار النشر للجامعات المصرية - مكتبة الوفاء

٤١ ش شريف ت ٣٩٣١٢٢٤/ ٣٩٣٤٦٠٦ ، فاكس ٣٩٢١٩٩٧

بسم الله الرحمن الرحيم

إهـــداء

والذى نفسى بيده..

لو أن كل من على ظهرك أفنى بدنه خلية خلية

وأسال دمه قطرة قطرة

ما وفى ذرة من ترابك الطاهر حقها

يا أرضا ذات جنات وعيون ، وزروع ومقام كريم ، وأهل هم

خير أجناد الأرض فى رباط إلى يوم الدين.

فإليك أنت

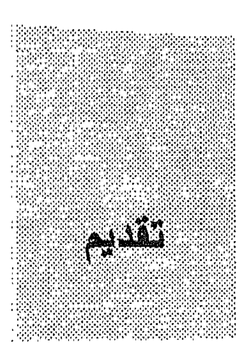
وإلى الأم التى أرضعتنى هواك

وإلى الأب الذى علمنى لثم ثراك بعبراتى

وإلى نبتك الطيب عبد الكريم والزهراء وأحمد.

عبد الحميد

متبول - كفر الشيخ



أسمى باسم الله الرحمن الرحيم، وأحمد الله رب كل شىء القادر على كل شى، القاهر فوق كل شىء، حمد الخاشع لجلاله والخاضع لرحمته والساجد لقدرته والسابح فى نعمته.

وأصلى وأسلم على الفضل البشير أشرف المرسلين ، النور النذير خاتم النبيين ، المصطفى المبعوث رحمة للعالمين.

هذا كتاب (مقدمة الذكاء الاصطناعى للكمبيوتر وبرمجة البرولوج) قد أردت به أن يتناوله أهلى وأخوتى من طلبة وخريجى المدارس والجامعات والعاملين فى مجال الحاسبات والمهتمين بها والمتابعين للتطورات فيها عسى أن أكون قد أسهمت فى تناول موضوع من موضوعات التقدم العلمى الذى يمر به العالم ويمر بنا ويتجاوزنا .

وبرغم قدم الموضوع وجدته وتدفق التطورات فيه وصعوبته فقد بذلت الجهد كى يكون تناوله سهلا قدر ما استطعت ، يسيرا مثلما رغبت، شاملا كما عزمت، واستعنت فى سبلي الى ذلك بمصادر من المعرفة كتبها علماء أجلاء أدين لهم بالفضل فيما كتبوه بلغة عالم يزن كل حرف بميزان ، وبأسلوب أديب يبث فى الكلمات نفحة الروح ووهج الوجدان فغدت كتاباتهم لوحات تعبير ونقش ريشة فنان ، وكان أكثرهم جلال قدر وعظم منزلة الغائب الحاضر الذى علمنا المغفور له الأستاذ الدكتور عبد السميع مصطفى العميد الأسبق لكلية الهندسة بجامعة الاسكندرية عليه وعلينا جميعا رحمة الله تعالى.

وإذ أتوجه بالشكر العميق لأساتذة العلم والفضل العرب فى قائمة المراجع والمصادر الذين استعنت بعلمهم فإننى لا أقدر على الوفاء بواجب التقدير لأصحاب دور النشر والتحرير لمصادر المعرفة الذين مكنونا من الاطلاع على هذه الإشراقات الجليلة القدر.

يحتوى الكتاب على خمسة فصول رئيسية ، الأول منها يتناول تعريف الذكاء وخصائص السلوك الذكى والذكاء الاصطناعى وتعريفاته وتاريخ تطوره ومجالات الذكاء الاصطناعى وخصائصه وأهمية الذكاء الاصطناعى ومحدوديته.

تعرض الفصل الثانى لتطبيقات فى الذكاء الاصطناعى بتناوله للتطبيقات المختلفة فى مجالات الذكاء الاصطناعى المتعددة مثل البرمجة الآلية ، ومعالجة اللغات الطبيعية والرؤية فى الحاسب، والروبوت وتكوينه والتحكم فيه واستخداماته ومنافعه وبرمجته وانتهى بالتعرض لمجال الاعلام المتعدد.

تضمن الفصل الثالث أحد التطبيقات الناجحة وهى النظم الخبيرة من خلال التمهيد لصناعة المعرفة ومفهوم النظم الخبيرة ومجالات استخدامها ومميزاتها وتركيبها وكيفية عملها وأساليب تمثيل المعرفة فيها واستراتيجيات التحكم والبحث فى النظم الخبيرة مع عرض نماذج لنظم خبيرة فى مجالات مختلفة، وتناول الفصل بعض البرامج التى تستخدم كأدوات لتكوين وبناء النظم الخبيرة.

احتوى الفصل الرابع على أساليب ولغات البرمجة فى الذكاء الاصطناعى بشرح لغات البرمجة المستخدمة فى مجالات الذكاء الاصطناعى وخواصها وامكانياتها وماتم استحداثه منها مثل IPL (Information Processing Language) ولغة البرمجة (ريتا) (LISP) ولغة البرمجة برولوج (PROLOG) ولغة البرمجة SAIL (Stanford Artificial Inteligence Laboratory) مع ضرب الأمثلة لاستخدامات هذه اللغات وبصفة خاصة اللغات التى تعمل على الحاسبات الشخصية ، ثم تناول الفصل ببعض التفصيل لغة ليسب.

استقل الفصل الخامس باستعراض مقدمة البرمجة بلغة البرولوج واشتمل على خمسة تقسيمات تناولت مقدمة البرمجة بلغة البرولوج بدءا من تجهيزها للعمل بها على الأقراص المرنة أو على القرص الصلب، واحتياجاتها من المكونات المادية، وتشغيل البرولوج، وانتهاء بكتابة البرنامج وترجمته مرورا بتعلم البرولوج وأساسياتها والحقائق والقواعد Facts

فيها والاستفسارات وكيفية كتابتها والمتغيرات والجمل العامة Variables and Rules ومفهوم العبارات Clauses (Facts and Rules) والاسنادات (العلاقات) (Predicates (Relations) والمتغيرات العامة مجهولة الاسم Anonymous Variables والاتصال والانفصال فى الهدف المركب Conjunctions and disjunctions, compound goals ، والتكوين الكامل لبرنامج البرولوج وأقسامه مع شرح كل قسم وإعطاء أمثلة له وشرح أسلوب التتبع العكسى والتوحيد فى البرولوج Unification and Backtracing والتحكم فى البحث عن الحلول.

وقد صادفتنى مشكلة المصطلحات والرموز الأجنبية وحاولت الالتزام قدر الجهد بأكثر الفاظ التعبير عن المصطلح شيوعاً ويسرة، ولم آل جهدا فى الرجوع إلى أكثر من مصدر لذلك؛ واستخدمت فى بعض الأحيان تعبيرات متعددة للشىء الواحد.

والله أسأل أن ينتفع به أهلى وأخوتى وأن أكون قد وفقت فى سبيل الإفادة كما نويت خالصاً، ولا أملك فى النهاية إلا أن أقول إن للمجتهد أجرا إن أخطأ فأسأل الله الأجرين إن أصبت، وأدعوه عز وجل أن يكون العلم النافع والعمل الصالح وفتح باب الرزق لأهلى وإخوتى.

الفصل الأول

الذكـاء الاصطنـاعي

الفصل الأول

الذكاء الاصطناعى

يتناول هذا الفصل تعريف الذكاء والآراء والنظريات الخاصة بالذكاء وخصائص السلوك الذكى ، وجذور الذكاء الاصطناعى وتعريفاته وتاريخ تطوره بدءا من الشبكات العصبية والبحث الموجه فى مجالات محددة وانتهاء بالشبكات العصبية، كما تعرض الفصل للجيل الخامس من الحاسبات ومجالات الذكاء الاصطناعى وخصائص الذكاء الاصطناعى ولغات البرمجة فى الذكاء الاصطناعى وأهمية الذكاء الاصطناعى ومحدوديته.

هناك الكثير من العلماء الذين يرون أن عهد ثورة المعلومات قد ولى بعد أن رسخت أقدامها، وأن صناعة المعلومات Information industry قد أصبحت قطاعا واعداً من القطاعات المهمة التى تعتمد عليها قطاعات الإنتاج المختلفة نظراً لما حدث من تطور هائل وسريع فى مجال الأجهزة والبرمجيات خلال الحقب القليلة الماضية، ومن هنا فإن العالم يتقدم تقدما حثيثا وبخطى واسعة نحو (صناعة المعرفة) Knowledge industry.

وإذا كانت المعلومات هى نتاج معالجة البيانات بغرض استخراج العلاقات ومعاملات الارتباط والمؤشرات، فإن المعرفة هى محصلة ترابط بين المعلومات والخبرة المكتسبة والبصيرة والحكمة البشرية.

ومن أجل الحفاظ على الثروة الغالية للمعارف الانسانية وصيانتها وتنميتها فقد بدأت صناعة المعرفة فى استخدام أساليب عملية ووسائل فعالة لحسن استغلال موارد المعرفة البشرية بغرض إيجاد وعاء يحتوى المعارف الانسانية ويحفظها ويتجه نحو تنميتها وإيجاد العلاقات والتفاعلات التى تربط بينها فى شتى نواحى المعرفة .

ومنذ أن ظهر علم هندسة المعرفة Knowledge Engineering للبحث فى السيطرة على أدوات المعرفة وتحديد شبكة العلاقات والتفاعلات التى تربط بين مواردها، وإمكانية استخدامها فى خدمة الأغراض التى تحتاج إليها البشرية لتحقق المزيد من التطور والتقدم والرفاهية ، فإن الحاسبات الالكترونية كانت من غير شك الدعامة الأساسية التى ارتكز عليها التطور فى صناعة المعرفة، بل إنه يمكن القول بأن صناعة المعرفة فى حد ذاتها كانت نتاجا للتطور التقنى الذى تلاحق وتسارع فى الحاسبات الالكترونية واستخداماتها.

وإذا كانت الحاسبات قد صممت لمعالجة وتشغيل البيانات :

- بسرعة كبيرة.
- وفى دقة عالية .
- ولفترة طويلة دون تعب.

- وبكفاءة فى ادارة البيانات.

فقد كانت هناك حدود لامكانياتها إذ :

- انعدمت لديها القدرة على التفكير.
- واعتمدت بشكل رئيسى على صحة وجودة البرامج المصممة لها .
- وكانت هناك صعوبة في استخدامها .
- وعابها قلة مرونة النظام بصفة تكاد تكون عامة.

وقد استمرت البحوث وعمليات التطوير بغرض :

- زيادة قدرات وإمكانيات الأجهزة.
- وتقليل مايحد من إمكانياتها .

وانتقلت الحاسبات وأدواتها فى تطورها من مجرد عملية المعالجة الآلية للبيانات إلى القيام بعملية معالجة المعلومات حتى آن لها أن تتطور إلى معالجة المعرفة من أجل الوصول إلى ادراك حلم البشر فى اختراع آلة قادرة على اتخاذ القرارات وإبداء الرأى والمشورة مزودة بالمعارف الانسانية فى شتى مجالات المعرفة.

فمنذ زمن بعيد والاهتمام يتزايد نحو إمكانية جعل الحاسبات تستطيع القيام بأعمال ومهام يمكن وصفها بأنها ذكية أو خبيرة، وفى الواقع فإن الحلم بدأ بأن تكون الآلات ذكية ثم تراجع رويدا رويدا على أرض الواقع ليكون الحلم هو جعل الآلة تقوم بمهام ذكية، وأن تكون لها القدرة على إظهار وإبداء قدر من الاستنتاج أو الاستدلال ، وأطلقت اليابان على هذه الأنواع من الحاسبات اسم الجيل الأول من الحاسبات الاستدلالية ؛ وأطلق على الأبحاث التى تجرى فى هذا المجال اسم أبحاث الذكاء الاصطناعى الذى يعد صناعة جديدة تشتمل على اتجاهات وأدوات وأساليب متعددة مازالت قيد البحث والتطوير فى مضمار صناعة المعرفة.

الذكـــاء

منذ أن بدأ ت الخطوات الأولى للبشرية على ظهر الأرض والإنسان يستطلع ويستكشف كل ما حوله من نجوم وأفلاك سابحة فى الفضاء ، وجبال ومحيطات وحيوان ونبات حتى تمكن من تفسير كثير من الظواهر والإجابة على كثير من الأسئلة ، فاكتشف قوانين الجاذبية وفهم تركيب الذرة وعلاقات مكنوناتها ووضع النظرية النسبية، ورأى الكائنات الدقيقة بالمجهر، وقهر الميكروبات والجراثيم وطور الجراحة مستخدما الليزر، وابتدع نظم الاتصالات الحديثة ، وأبدع فى صنع آلات النقل ووسائل الاتصالات مجوباً الآفاق لإزاحة ستائر الظلمة والغموض مستشفا كنه وكينونة كل ما فى الكون.

وفى بدن الانسان اكتشف قوانين الوراثة والجينات، وحاول التدخل فى الصفات الوراثية بالهندسة الوراثية ، وعرف تشريح وتركيب الأنسجة ، وبحث فى تركيب مكونات المخ وخلاياه، ومن علم وظائف الأعضاء عرف الجهاز العصبى وعمله فى استقبال المؤثرات الخارجية والتفاعل معها، وتحددت أمامه مناطق الرأس المختصة بالذاكرة والرؤية والسمع وبقية الحواس وأمكنه الوصول إلى التفاعلات الكيمائية التى تتم أثناء نشاطات المخ.

وبقيت أسئلة عويصة تمثل ألغازا لا تجد إجابة شافية عن أشياء غامضة تسمى العقل والوعى والذكاء ، وطرقت الأبحاث كل مجالات الدراسات الممكنة من كيمياء المخ أثناء النشاط الطبيعى وفى حالات المرض ، ومن دراسات أنماط السلوك لتفسير الحالات المختلفة التى تعتور الانسان، ووضعت نظريات كثيرة وتعددت الآراء والاجتهادات والتفسيرات.

فى النهاية بدا كما لو كان المخ البشرى لا يعترف بقوانين محددة، وكأنه دائم التغيير للقواعد والقوانين ، وسواء أكان ذلك عجزا فى القانون أو خطأ فى استدلال النظرية فإن النهاية واحدة فى أن البشر لم يتمكنوا بعد من الوصول إلى إجابة حاسمة كثيرة تتعلق بالعقل والوعى والخبرة والذكاء.

وإن كان هذا لا ينفى محاولات العلماء فى وضع تعريفات محددة للذكاء وغيرها إلا أن

الأمر مازال مستحيلاً ليس فقط بسبب أن الذكاء يبدو مزيجا من أمور عديدة أغلبها غير ظاهر أو واضح المعالم، ولكن أيضا لأن هناك اختلافا كبيراً بين القدرة على التفكير والتى يتميز بها العقل البشرى وبين بعض الصفات أو الخصائص التى تظهر فى سلوك البشر والكائنات الحية والتى يطلق عليها أنها ذكية.

يوجد العديد من الآراء والنظريات الخاصة بالذكاء منها :

- نظريات خاصة بالأداء وتتولى عملية قياس الذكاء.
- نظريات البناء والوظيفة وتهتم بدراسة آليات الوصول إلى مستوى معين من الذكاء .
- نظريات السياق وتعنى بتوضيح العلاقة بين السلوك الذكى والمحيط الموجود به الوسيط.
- نظريات الكينونة وتحدد شروط إمكانية وجود سلوك ذكى.

وبالرغم من ذلك فإن هذه النظريات لا تعطى تفسيرات واضحة للذكاء وإنما تعكس الصفات والخصائص والقدرات للسلوك الذكى والتى تكمن فى :

خصائص السلوك الذكى

- القدرة على الاستنتاج.
- القدرة على اكتساب معرفة جديدة وتقنينها.
- القدرة على التعلم من خلال التجارب المختلفة.
- القدرة على معالجة الأشياء المحيطة.
- الاستجابة المرنة للمواقف المختلفة.
- حل المسائل أو تقسيم المسألة المعقدة إلى أجزاء أبسط..
- التفهم و على الأخص عند وجود معلومات ملتبسة أو متناقضة.
- التخطيط والتنبؤ بنتيجة التصرفات المقترحة وعلى الأخص مقارنة البدائل المتاحة.

- التمييز بين المواقف المتشابهة واستنتاج أوجه الاختلاف بينها.
- التعميم أو إيجاد أوجه التشابه بين المواقف المختلفة.
- فهم اللغات الطبيعية
- الابتكار وتركيب الأفكار الجديدة واستيعاب وتوظيف التشابهات فى المجالات المختلفة.

وتسمى هذه العمليات المختلفة بالعمليات الذهنية التي يختص (علم الادراك) بتقنينها، وهى هدف تحليل الكم الهائل من المعلومات الناتج من الدراسات العامة والخاصة فى شتى العلوم عن المخ والعقل البشريين وربطها ببعضها البعض للخروج بنظرية عامة من خلال دراسة النظام سواء بطريقة تصاعدية تبدأ بدراسة التركيب الدقيق للمخ ومحاولة اكتشاف الطريقة التى يعمل بها أو بطريقة تنازلية تنظر إلى الصورة الكلية ، وتستنبط التفاصيل الدقيقة لكيفية عمل النظام من شكله العام، وكانت الصعوبة البالغة من دراسة النظام أن المخ البشرى يتميز بخاصية التعلم والتطور وبالتالى فهو دائم التغيير للقواعد والقوانين.

وعلى الرغم من الاحباطات التى يلقاها العلماء من جراء عدم الوصول إلى تعريف محدد للذكاء فإن دراسة المخ البشرى قد ساعدت كثيرا فى تحديد طبيعة الصيغ المختلفة للسلوك الذكى.

يتكون المخ فى البشر من جزأين يتخصص كل واحد منهما فى حل المشاكل بصيغة مختلفة عن الآخر، والصيغة الأولى هى الصيغة التتابعية أو المنطقية وتعتمد على معالجة البيانات بالتسلسل المنطقى، والصيغة الثانية متوازية حيث تعالج البيانات عن المسألة مرة واحدة.

فى الأشخاص العاديين تختص الجهة اليسرى من المخ بالتعامل مع المهام بالصيغة التتابعية ويشتمل ذلك على فهم اللغات الطبيعية والاستدلال المنطقى والاحساس بالواقع، ويختص النصف الأيمن من المهام بالصيغة المتوازية مثل التعرف على المناظر والصور

وتنسيق عمل الوظائف المختلفة بجسم الانسان.

وبالرغم من أن هذا النموذج الذى يرمى إلى تفسير كيفية عمل النظام وتحديد وظيفة كل جزء فيه مازال قيد البحث والتطوير إلا أنه يمكن أن يقوم بتوجيه مسار البحوث وذلك بطرح فرضيات تقوم التجارب فى مراحل تالية باختبار صحتها وصولا إلى معرفة طبيعة العقل البشرى وحقيقة الخبرة البشرية وكنه فهم اللغات المنطوقة ووضع سياق لآلية التفكير عند البشر وآليات الرؤية ونطق الكلام، ومازال المخ يمثل أعقد تركيب فى الكون قاطبة والدراسة الكاملة له لم تستكمل بعد.

الذكاء الاصطناعى

ترجع جذور البحوث الخاصة بالذكاء الاصطناعى إلى الأربعينيات مع انتشار الحاسبات واستخدامها وتركز الاهتمام فى بداية الخمسينيات على الشبكات العصبية، وفى الستينيات بدأ نشاط البحث يتوجه نحوالنظم المبنية على تمثيل المعرفة والذى استمر العمل به فى خلال السبعينات، ومع بداية الثمانينات وبعد إعلان المشروع اليابانى فى تنفيذ الجيل الخامس للحاسبات حدثت طفرة كبيرة فى بحوث الذكاء الاصطناعى.

تعريف الذكاء الاصطناعى

تعد أولى المحاولات فى هذا المجال هو الاختبار الذى وضع فرضياته العالم الانجليزى الان تورنج الذى وصف فى الثلاثينات آلة خيالية يمكنها تحديد المشكلات التى يمكن حلها بواسطة الآلات وتستطيع كتابة الرموز وقراءتها وتعمل بمقتضاها من تلقاء نفسها.

ابتدع تورنج اختبارا للتاكد من ذكاء الآلة بحيث يجرى الاختبار عن طريق وضع الآلة في حجرة مغلقة تخرج منها نهاية طرفية فى ردهة، ووضع انسان فى حجرة مغلقة أخرى يتصل هو الآخر بنهاية طرفية في نفس الردهة، ويوجد انسان آخر (الحكم) فى الردهة

وهو الذى يتولى الاتصال بالآلة والانسان الأول ويتولى الحكم إدارة حوار مع كل من الآلة والانسان لاكتشاف أى الطرفين يتصل بالانسان دون أن يراهما ويقاس ذكاء الآلة وقدرتها على التفكير بمدى نجاحها فى خداع الحكم.

ولاقى اختبار تورج الكثير من المعارضة لعل أبرزها هو تأثر الاختبار بذكاء الحكم، وإن كان قد بدأ يضع الأساس الذى بدأت فيه أبحاث الذكاء الاصطناعى وذكاء الآلة وعد هذا الاختبار من الناحية العملية غير ممكن التحقيق.

وبينما تشير كلمة الاصطناعى إلى الآلة أو الحاسبات على وجه الخصوص ، فإنه يمكن تعريف الذكاء الاصطناعى بأنه :

(استجابة الآلة بصورة توصف بأنها ذكية)

ويرى اليان ريتش أن :

(الذكاء الاصطناعى هو ذلك العلم الذى يبحث فى كيفية جعل الحاسب يؤدى الأعمال التى يؤديها البشر بطريقة أفضل منهم)

وفى تعريف آخر للذكاء الاصطناعى يقدمه آفرون بار وادورارد فيجنبوم أن :

(الذكاء الاصطناعى هو جزء من علوم الحاسب يهدف إلى تصميم أنظمة ذكية تعطى نفس الخصائص التى نعرفها بالذكاء فى السلوك الانسانى).

بينما يقدم بروس بوشانان وادوارد شورتليف تعريفهم عن الذكاء الاصطناعى بقولهم (أنه ذلك الفرع من علوم الحاسب الذى يبحث فى حل المشكلات باستخدام معالجة الرموز غير الخوارزمية) ، إذ من المعروف أن أجهزة الحاسبات تقوم بمعالجة الأرقام وتحويل كل البيانات إلى أرقام دون القدرة على التعامل مع الرموز أو الصور، كما أن عمارة هذه الآلات اعتمدت على الخوارزميات والتى هى التسلسل المنطقى خطوة بخطوة من بداية محددة إلى نهاية محددة تمثل حل المشكلة ، بينما العمليات الذهنية لدى الانسان تعتمد على اكتساب

الخبرات وتكوين رصيد الخبرة من التجربة أو على المنهج التجريبى، ووفقا لهذا التعريف فإن المعارف يكون تمثيلها فى صورة رمزية وتتم معالجتها بطريقة تجريبية.

تعريف آخر للذكاء الاصطناعى يقول :

(يعمل الذكاء الاصطناعى معتمدا على مبدأ مضاهاة التشكيلات التى يمكن بواسطته وصف الأشياء والأحداث والعمليات باستخدام خواصها الكيفية وعلاقاتها المنطقية والحسابية) ، إذ أنه برغم أن أجهزة الحاسبات أكثر قدرة على تخزين المعلومات من البشر فإن البشر لديهم قدرة أكبر على التعرف على العلاقات بين الأشياء ، وباستخدام هذه القدرة لدى البشر يمكن فهم صورة المنظر الطبيعى وصور الأشخاص ومكونات العالم الخارجى وفهم معانيها وعلاقات بعضها بالبعض ولو أمكن وضع هذه المقدرة فى جهاز الحاسب لأصبح ذكياً.

وبرغم هذه التعريفات المتعددة فلم يتم الوصول إلى تعريف حاسم للذكاء الاصطناعى، والرأى الغالب فى هذا الوقت الحاضر هو تعريف الذكاء الاصطناعى على أنه دراسة الملكات العقلية للانسان باستخدام النماذج الحسابية لإكساب الحاسب بعضا منها .

ورغم الاختلاف فى تعريف الذكاء الاصطناعى فهو أحد المجالات التى تهتم بتصميم وبرمجة آلات بهدف تحقيق مهام وأعمال تحتاج إلى استخدام ذكاء البشر عند تنفيذها .

لم يقف أمر الخلاف بين علماء الذكاء الاصنطاعى حول مفهومه، وإنما امتد بالتالى إلى الكيفية التى يمكن بها تمثيل السلوك الذكى، فبينما يرى فريق أن تمثيل الذكاء يجب أن يتم باستخدام نماذج محاكاة العمليات الذهنية الانسانية، فإن فريقا آخر يستخدم تعبير ذكاء الآلة ويرى أنه يمكن الوصول إليه كهدف باستخدام أى تكنيك يؤدى اليه.

ومن الجدير بالذكر أن أبحاث الذكاء الاصطناعى فى البداية كانت تنصب على بناء برمجيات تهدف إلى إضفاء الذكاء العام صفة التفكير على الحاسبات ،غير أنها لم تنجز شيئاً ولاقت من الفشل مالا قبل لهابه، ليس فقط لأن صفة الذكاء تعد من الميزات التى ميز

وكرم الله بها الانسان، أو لأن الذكاء نفسه وفى حد ذاته كان غير معروف لهؤلاء الذين بالغوا فى إمكانيات الحاسبات فى ذلك الحين فأرادوا إسباغه على الآلة، وإنما أيضا لأن دراسات وأبحاث علماء الرياضيات والطبيعة والعلوم الانسانية بينت أن عملية التفكير فى الانسان ليست عملية ميكانيكية يمكن محاكاتها أو معرفة أسرارها.

ولقد كان الوصف الذى يطلق على باحثى الذكاء الاصطناعى فى ذلك الحين هو أنهم أولئك النفر من الناس الذين لا يعرفون ماذا يفعلون ؛ إذ كانت أبحاثهم تتعلق بقضايا التفكير والاستنتاج والمنطق ومحاكاة العقل البشرى الذى لا يعرفون عنه إلا القليل، وكانت أبحاثهم تدور حول نوع من الخيال ألهبته قريحة الأدباء وأحلام الفلاسفة مما أولجهم فى متاهات عميقة.

ولم تبدأ أبحاث الذكاء الاصطناعى فى إتيان ثمارها إلا بعد أن اتجهت نحو تطوير برمجيات متخصصة تحتضنها الحاسبات تمكنها من الاستجابة بمرونة توصف بأنها ذكية.

وعند هذه النتائج بدأت أبحاث الذكاء الاصطناعى تسلك سلوكاً مغايرا يتمثل فى دراسة بعض الصفات التى تميز العمل الذكى عن العمل غير الذكى ، ومحاولة إضفاء بعض من ملامح العمل الذكى على برامج الحاسبات.

وكانت مهمة علماء الإدراك هى وصف وتحديد العمليات المتعددة التى تصدر عن الذكاء الانسانى عند معالجته لموقف من المواقف ، ومد علماء الذكاء الاصطناعى بالنظريات التى تمهد طريق البحث، ويتولى علماء الذكاء الاصطناعى برمجة هذه العمليات على الحاسب عن طريق استخدام اساليب التمثيل والمحاكاة بهدف إنشاء نموذج مشابه للسلوك الانسانى الذكى.

وقد تبدت التعقيدات الهائلة لأنشطة فهم الكلام المكتوب والمسموع وتمييز صور المرئيات والتعلم وغيرها من الأنشطة الانسانية عندما بدأ علماء الذكاء الاصطناعى في محاولة محاكاتها ، ولايزال الوقت مبكرا جدا للقول بأنهم نجحوا فى الوصول إلى ذلك.

ومما لاشك فيه أن من أهم الأسباب التى أدت إلى التطور الناجح فى مجالات متعددة من مجالات الذكاء الاصطناعى وتحوله من الناحية البحثية والأكاديمية إلى التطبيق العملى والتصينع هو ذلك التطور الكبير والمتلاحق فى مجال تصنيع المكونات المادية للحاسبات الآلية.

تاريخ تطور الذكاء الاصطناعى

الشبكات العصبية

فى عام ١٩٤٠ بدأت المحاولات لبناء تصميم نظام يفكر يمكنه استخدام المنطق في عملياته بدلا من فكرة العلاقة الثابته بين الرموز وردود الأفعال ، وتمخضت هذه المحاولات عن ابتكار الشبكات العصبية لمحاولة محاكاة شكل وترتيب وطريقة عمل الخلايا فى الجهاز العصبى للانسان.

نبعث البحوث في هذا المجال من العمل الريادى للعالمين نوربرت فينر ، ووارن مكالك فى الأربعينيات.

الخلية العصبية تتركب من جسم يحتوى على نواة وتمتد منه ساق طويلة وتتصل الخلايا العصبية ببعضها عن طريق هذه السيقان بافراز كيماوي يعمل كموصل فينقل الإشارات بين الخلايا، ولذلك فالتوصيل فى الجهاز العصبى عملية كهروكيميائية.

تحاول الشبكات العصبية تقليد هذا النموذج الطبيعى بتقسيم الشبكة إلى وحدات تمثل كل منها نموذجا لخلية عصبية شديدة التبسيط، وفى عام ١٩٤٠ تمكن عالمان هما ماكلوش وبيتس من تصميم شبكات الكترونية بسيطة تحاكى الخلايا العصبية بصورة بدائية وتستطيع القيام بالحسابات المنطقية باستخدام الجبر البولى كطريقة للتعبير عن المفاهيم الرياضية بصيغة منطقية.

فى الخمسينات بدأ علماء الذكاء الاصطناعى محاولة بناء آلة ذكية تحاول تقليد المخ البشرى وكان من أهم المحاولات فى ذلك الشأن المحاولة التى قام بها روزنبلات عام ١٩٥٧

لبناء نموذج مبسط لشبكية العين أكثر تعقيدا تعتبر الأب الشرعى للشبكات العصبية الحديثة بفضل احتوائها على مكبرات كان بامكانها تمييز الأنماط وهو التعرف على أشكال أو صيغ الاشارات ليمكن تصنيفها أو تمييزها أو تجميعها، وقد أمكن تعليم هذا النموذج التعرف على بعض الأشكال المحدودة، ولكن امكانياته المحدودة جدا جعلت الاهتمام يقل ببحوث الشبكات العصبية، ولا يغفل هذا من دور مينسكي وآلته البسيطة التى صممها فى عام ١٩٥١.

بعد عقد واحد من الزمان ظهرت شبكات أكثر تطورا وتعقيدا وعاد معها الحماس لمواصلة ابحاث الشبكات العصبية إلى أن اشتد الاهتمام بها مرة أخرى فى الثمانينات بصورة متطورة.

البحث الموجه

فى الستينيات بدأت البحوث تتوجه إلى اتجاهات أخرى ومن أبرز هذه الاتجاهات اتجاه الان نيويل و هربرت سيمون إلى الاعتقاد بأن التفكير فى الانسان ينتج عن طريق عملية تنسيق بين مهام مختلفة تعالج الرموز مثل مقارنتها والبحث عنها وتعديلها.

ولما كانت الحاسبات تقوم بمثل هذه المهام فقد ارتكزت أبحاث هذين العالمين على إمكانية تصور حل المسائل على أساس البحث عن الحل المطلوب من بين عدد كبير من الحلول المحتملة.

فى البداية تم التركيز على برامج اثبات النظريات وبعد ذلك برامج لعب الشطرنج وفى النهاية قدما نظاما باسم البرنامج العام لحل المسائل General Problem Solver-(GPS) .

وكان من نتيجة التفاؤل بالبرنامج أن أعلن سيمون فى عام ١٩٥٧ أنه فى خلال عشر سنوات سيتم كتابة برنامج للعب الشطرنج يمكنه أن يكون بطلا للعالم، والمشكلة الأساسية هى أن البرنامج العام لحل المسائل لم يعتمد على المعرفة والخبرة المتراكمة فى مجال الشطرنج والتى كان من الممكن أن تفيد فى رفع كفاءة البرنامج.

النظم المبنية على تمثيل المعرفة

الفروق بين نظم المعلومات ونظم المعرفة لا تكمن فقط فى المحتوى وطريقة الإعداد وأسلوبه بل تمتد إلى الاستخدام ، فالمعرفة ليست فقط هى استشفاف وجمع المعلومات والربط بينها بل وتمحيصها واستبعاد غير ذى المغزى والزائف منها وربطها بالخبرات المتاحة وتأخذ شكلا يمكن استخدامه.

ونظام المعرفة هو نظام متكامل من المعلومات والبيانات والاستنتاج لتحليل المعلومات واستنتاج حلول المشكلات وتتوفر فى نظم المعرفة مقومات هى :

- وسيلة اكتساب المعرفة وترشيحها من مصادرها المختلفة.
- أساليب تمثيل وتخزين المعرفة وتحليلها.
- وسيلة استغلال مضمون قاعدة المعرفة.
- وسيلة استنتاج واستخلاص المعارف وتطبيقها.
- أساليب تنميط المشكلات ومحاكاة وتقييم البدائل.

فى السبعينيات بدأ أحد البرامج البحثية فى جامعة ستانفورد بالولايات المتحدة الأمريكية بقيادة ادوارد فايجنيوم لمعالجة القصور الموجود فى البرامج العامة لحل المسائل وذلك عن طريق البحث للعثور على طريقة لتمثيل المعرفة والخبرة والتى يمكن أن تساعد فى حل المسائل المختلفة ، على هذا الأساس تم تصميم نظام خبير للتحليل الكيميائى وسمى هذا البرنامج DENDRAL وتم الانتهاء منه عام ١٩٧١.

فى عام ١٩٧٦ انتهى شورتليف من أحد برامج التطبيقات الطبية يسمى MYCIN يساعد الطبيب على تشخيص أمراض الالتهاب السحائى كما يساعد أيضا على توصيف طريقة العلاج الملائمة ، ومازال هذا البرنامج يستخم بصورة متطورة في كلية الطب بجامعة ستانفورد.

منذ ذلك الوقت أصبحت نظم الخبرة تشكل أحد التطبيقات الهامة للذكاء الاصطناعى فى جميع المجالات.

التعلم الآلى

نظرا للاهتمام المتزايد بنظم الخبرة المبنية على المعرفة ظهرت مشكلة استخلاص المعرفة أو الخبرة وعلى هذا الأساس بدأ البحث فى طرق التعلم الآلى من المعرفة المبدئية المتوافرة للنظام وكذلك من المعرفة المتوافرة خلال استخدامه، وفى عام ١٩٨٢ أتم دوج لينات نظاما للتعلم الآلى يسمى EURISKO يعمل على تحسين وامتداد المعرفة المتاحة عنده بشكل آلى.

وقد أحرز هذا النظام نتائج هامة فى مجال تصميم الدوائر المتكاملة ذات الثلاثة أبعاد عندما قام بتصميم (أو اختراع) إحدى الدوائر المنطقية ذات الثلاثة أبعاد التى لم تكن فى ذهن فريق التصميم المسئول فى ذلك الوقت.

الجيل الخامس للحاسبات

إن فكرة تصميم الحاسبات اعتمدت لفترة طويلة علي حاسب يحتوى على ذاكرة رئيسية تشتمل على البيانات والبرامج وتتصل بوحدة المعالجة المركزية عن طريق قنوات اتصال لتبادل البيانات عن طريق نقل وحدة بيانات واحدة في الوحدة الزمنية ويستطيع هذا النوع من الحاسبات تنفيذ عملية واحدة فقط فى الوحدة الزمنية باستخدام وحدة معالجة مركزيةواحدة.

بتقدم التكنولوجيا زاد حجم الذاكرة وزادت سرعة المعالجة ، وتبدت مشكلة نقل البيانات بين الذاكرة والمعالج بشكل كبير حتى لقد اعتبرت عنق زجاجة التصميم ، لأن نقل (وحدة واحدة) من البيانات بين الذاكرة ووحدة المعالجة المركزية فى (الوقت الواحد) يعوق إمكانية تنفيذ أكثر من عملية فى الوقت الواحد فى وحدة المعالجة المركزية.

بذل الباحثون جهدهم فى العمل على تصميم حاسبات تقدر على تنفيذ أكثر من

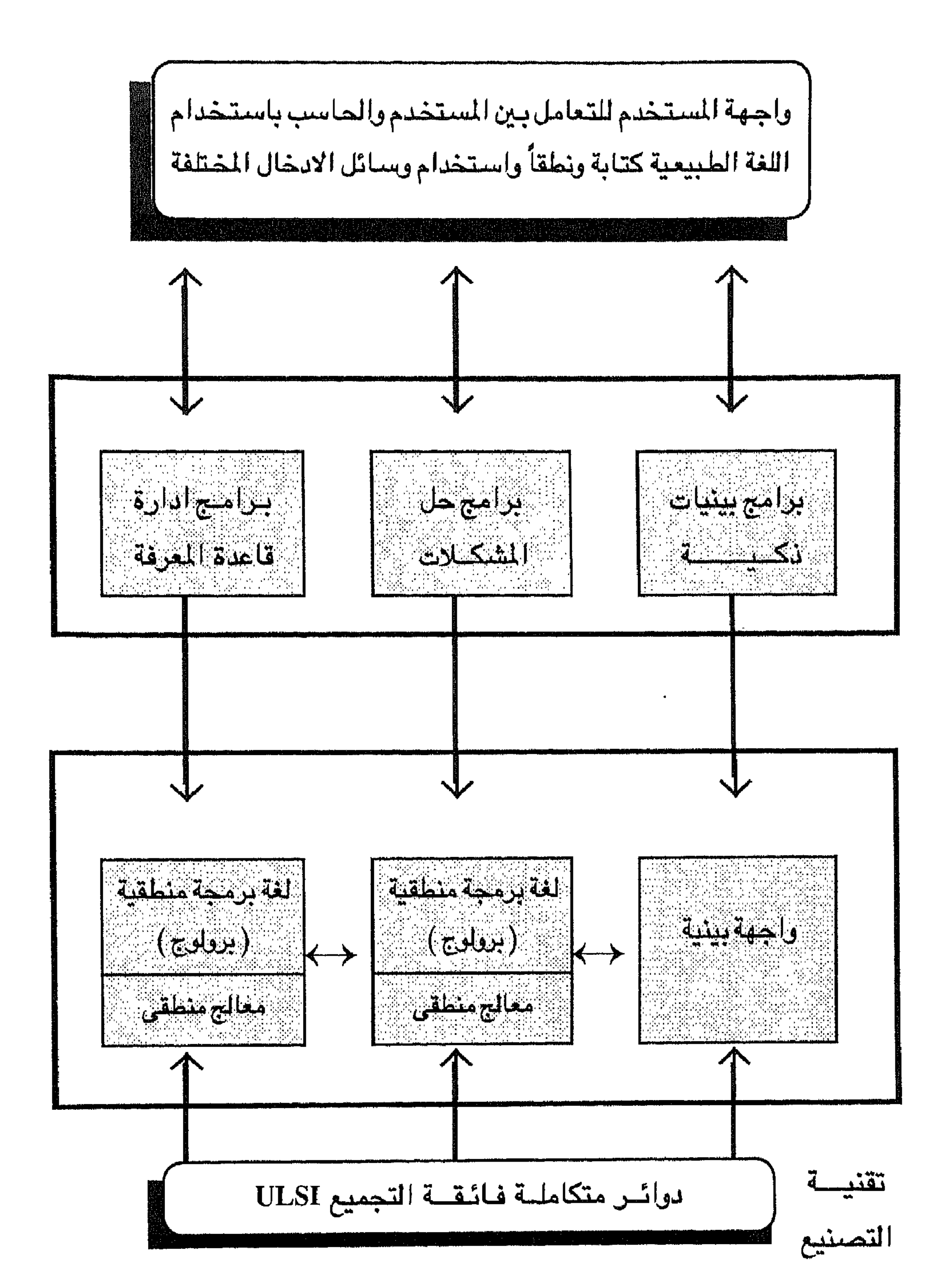
عملية فى الوحدة الزمنية الواحدة ، واعتبر الجيل الخامس هذا الأمر هو أساس تصميم الحاسبات المستخدمة فى هذا الجيل بما يتطلبه ذلك من تغيير شامل للغات التى يمكن استخدامها.

كان استخدام الحاسبات حتى فترة قريبة قاصرا على تطبيقات معالجة البيانات العددية مثل العمليات الحسابية وغيرها من التطبيقات وعندما ظهرت الحاجة إلى معالجة البيانات غير العددية ومعالجة الرموز ظهرت الحاجة إلى إحداث تغييرات فى تصميم الحاسب ليتسنى له التمشى مع التطبيقات المتوقعة.

فى تطور بدا كما لو كان تحولا مفاجئا (وإن كانت له مقدماته الطبيعية) وفى شهرابريل من عام ١٩٨١ أعلنت اليابان عن بداية برنامجها الطموح لإنتاج جيل جديد من أجهزة الحاسبات يتفوق على الأجيال الحالية فى ذلك الوقت ، وقد قدرت فى تخطيطها فترة عشرة أعوام لتنفيذ النموذج الأول من جهازها الجديد الذى سوف تستخدم فيه ، كما أعلن فى ذلك الحين، كل ما جرى من تطورات حدثت وما سوف يستجد من تطورات سوف تحدث حتى الانتهاء من بناء النموذج.

فى شهر اكتوبر من نفس العام عقد فى طوكيو مؤتمر لمناقشة أفكار اليابان فى هذا الشأن، وجرى تحديد مراحل المشروع بحيث كانت عبارة عن ثلاث مراحل، الأولى منها تستغرق ثلاث سنوات تبدأ فى عام ١٩٨٢ ، والثانية فيها لمدة أربع سنوات، والمرحلة الثالثة تستغرق ثلاث سنوات فى نهايتها يكون قد تم الانتهاء من بناء نموذج الحاسب المطلوب .

فى عام ١٩٨٥ أعلنت اليابان عن انتهائها من تنفيذ المرحلة الأولى للمشروع بنجاح مما دعا الولايات المتحدة الأمريكية إلى الاسراع فى بناء مشروعها الخاص بنظم الحاسبات المتطورة بحيث تتمكن من الانتهاء منه قبل أن ينتهى المشروع اليابانى بعامين، فيما أطلق عليه اسم معركة القرن فى التطور التقنى إذ اعتبرت دول الغرب بزعامة الولايات المتحدة الأمريكية أن المشروع اليابانى لا يمثل فقط تحديا علميا وتقنيا هائلا، بل أن الفائز فى لب هذا الصراع القاتل سوف تكون له الغلبة والسيطرة تقنيا لفترة طويلة من الزمن قد يصعب تداركها فى المستقبل القريب.



الهيكل البنائي للجيل الخامس من الحاسبات

اقترح البرنامج اليابانى أن يتضمن حاسب الجيل الخامس تغييرات جذرية فى هيكل التصميم ليتمشى مع التطبيقات المتوقعة خلال الفترة القادمة ، ومن هذا المنطلق فقد اقترح البرنامج اليابانى أن يتضمن حاسب الجيل الخامس مجموعة حاسبات يتم التنسيق بينها بواسطة نظام تشغيل : بحيث يكون لكل حاسب من الحاسبات التى يتكون منها النظام تصميمه المناسب لأداء المهام التى يصمم من أجلها ، وبناء على ذلك فإن الحاسب المتوقع فى نهاية المشروع يتكون من :

- ◆ حاسب يتعامل مع المستخدم تكون له القدرة على تولى مهام الاتصال بين المستخدم والنظام الحاسب وبحيث تتنوع وسائل الاتصال لتشتمل على الاتصال الصوتى وبالصورة وعن طريق اللغات الطبيعية.

- ◆ حاسب استدلال يعتمد على التصميم المتوازى لإنجاز أعمال الاستدلال بالسرعة المقبولة من خلال وجود قاعدة معرفة تحتوى على القواعد والشروط الخاصة بالمسائل المطوب حلها.

- ◆ حاسب خاص لإدارة قواعد المعرفة.

فى معهد تكنولوجيا الأجيال الجديدة من الحاسبات Institute of New Cenera-tion Computer Technology (LCOT) تم وضع الأهداف الأساسية للأبحاث التى ستجرى والتى تدور حول :

١ - نظم الاستدلال وحل المسائل.

٢ - نظم ادارة قواعد المعرفة.

٣ - نظم الربط الذكية بين الحاسب والمستخدم.

وبلورت هذه الأهداف فى صياغتها لتكون :

١ - دراسة تنفيذ طرق الاستدلال (inference) والتعليم عن طريق تصميم حاسبات جديدة لهذا الغرض.

٢ – دراسة تنفيذ برامج الذكاء الاصطناعى التى تستغل الامكانيات الكبيرة للحاسبات الجديدة.

٣ – تنفيذ طرق التعامل مع نظم المعرفة فى مجال الأجهزة (Hardware) والبرامج (Software).

٤ – الاستفادة من التعرف على الأشكال (Pattern Recognition) والذكاء الاصطناعى لتصميم النظم الخاصة بربط الحاسب بالمستخدم.

٥ – تصميم برامج مساعدة تساعد على سهولة كتابة البرامج وانتاجها .

وذلك من خلال ثلاث مراحل يتم فى كل مرحلة تنفيذ البرنامج المخصص للمرحلة على الوجه التالى :

المرحلة الأولي (١٩٨٢ – ١٩٨٤) :

- تصميم حاسب يلائم عمليات الاستدلال المنطقى مع التركيز على الهيكل المتوازى للتصميم.
- تصميم لغة برمجة تصلح لتمثيل المعرفة.

المرحلة الثانية وتنتهي في ١٩٨٨ :

تصميم وتنفيذ نماذج حاسب تحقق الأهداف المطلوبة.

المرحلة الثالثة (٣ سنوات) ١٩٨٩ – ١٩٩١ :

- تصميم وتنفيذ نموذج كامل لحاسبات الجيل الخامس.
- وتضمنت البحوث الخاصة والموضوعات فى المشروع المجالات البحثية التالية :

مجال التطبيقات :

- نظم الترجمة بواسطة الحاسب.

- نظم حل المسائل.
- نظم فهم الصورة والأشكال.

مجال البرامج الأساسية :

- نظم ادارة قواعد المعرفة.
- نظم الاتصال الذكية مع المستخدم.
- نظم الحل والاستدلال.

مجال التصميمات المتطورة :

- حاسب البرمجة المنطقية
- حاسب سريان البيانات.

مجال نظم الترجمة بواسطة الحاسب.

وقد صيغت الأهداف الفرعية للمجالات المختلفة بحيث تحددت المهام المطلوبة من كل نشاط بحثي فرعي للوصول إلى تحقيق هذه الأهداف ، على سبيل المثال ففي مجال الترجمة بواسطة الحاسب وضعت الأهداف المطلوب الوصول إليها لتكون استخدام عشرة آلاف كلمة يتولى الحاسب ترجمتها بدقة تصل إلى تسعين في المائة على أن يتم الباقي بواسطة العامل البشرى، وبحيث تكون التكاليف المادية لعملية الترجمة بواسطة الحاسب أقل بكثير من التكلفة بواسطة مترجم بشرى، وبحيث يكون النظام متكاملا يستطيع تولى كافة مهام الترجمة ابتداء من قراءة النص إلى امكانية طباعة الترجمة.

وفي مجال فهم الأصوات ، كانت الأهداف الفرعية للنظام فيها تشتمل على تطوير وتصميم آلة كاتبة صوتية تتمكن من الاستجابة الصوتية شاملة التعرف على المتحدث.

فى الولايات المتحدة الأمريكية اشتدت حدة المنافسة والصراع بعد معرفة المشروع الياباني فبدأت من فورها في العمل من خلال قنوات متعددة لتسبق المشروع الياباني ، وقامت بتشكيل عدة مشروعات بحثية منها :

١ - مشروع الحساب الاستراتيجي والبقاء (Strategic computing & survivablity) وهو أحد المشروعات الهامة التى تشرف عليها هيئة مشروعات بحوث الدفاع المتطور) Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) الذى وضع بغرض تطوير جيل جديد من الحاسبات الذكية للاستخدامات العسكرية تكون لها بعض الصفات القريبة من الصفات البشرية بحيث تساعد على الاستدلال والتخطيط ومتابعة تنفيذ العمليات العسكرية، وقد وضعت للمشروع فترة زمنية للانتهاء من النموذج المقترح بحيث ينتهى فى عام ١٩٩٠ ، وأخفيت معظم المعلومات المتعلقة بهذا المشروع فى ذلك الحين.

٢ - المشروعات البحثية لمؤسسة تكنولوجيا الميكرو الكترونيات والحاسبات : -Microelec) tronics and Computer Technology Corp.) بغرض دراسة وانتاج تغليف الدوائر المتكاملة ، وتحسين تصميم البرمجيات ، وتحسين تصميم الدوائر المتكاملة باستخدام طرق التصميم بمساعدة الحاسب، وإنتاج آلات المعالجة المتوازية لزيادة سرعة الحاسبات ، وتطوير برامج الذكاء الاصطناعي ونظم قواعد المعرفة لتصميم حاسبات تستطيع الاستدلال.

٣ - البحث التعاونى في مجال أشباه الموصلات -Semiconductor Research Cooper) ative) ويضم تجمع خمسين جامعة و ٢٣ شركة لتطوير البحوث فى مجال أشباه الموصلات.

٤ - المشروع البحثى لمركز الميكروالكترونيات فى نورث كارولينا الذى يضم خمس جامعات، ويركز بحوثه فى مجال تصميم الدوائر المتكاملة رأسيا ذات الكثافة العالية.

لم تلبث دول السوق الأوربية المشتركة إلا فترة وجيزة حتى أعلنت فى منتصف عام

١٩٨٤ عن بداية تنفيذ مشروعها فى مجال تكنولوجيا المعلومات وأطلقت عليه اسم (البرنامج الاستراتيجى الأوربى للبحوث فى تكنولوجيا المعلومات) (ESPRIT) European stra- tegic progam onResearch in Information Technology). ووضعت أهدافه بحيث يتم التركيز على مجالات الاتصال بين الأنسان والألة، ومجالات تصميم الحاسبات للمعالجة المتوازية واستخدام الحاسبات فى التصميم.

وفى المملكة المتحدة تقرر مضاعفة حجم البحوث وزيادة المخصصات المعتمدة فى الميزانية لأغراض البحوث فى تكنولوجيا المعلومات من خلال برنامج تعاونى يدعم من الشركات الصناعية والمركز القومى للبحوث العلمية والهندسية ووزارتى الصناعة والدفاع فى المملكة ، وأطلق على المشروع اسم المشروع ألفى (Alvey Program) والذى يركز على اتجاهات الدوائر المتكاملة رأسياً ذات التركيز العالى وهندسة البرمجيات والنظم الذكية المبنية على المعرفة والاتصالات بين الانسان والحاسب.

لم تكتف أوربا بنشاطات كل دولة وانما قررت من خلال برنامج التعاون الأوربى (Eureka) باتفاق ١٨ دولة أوربية على بداية العمل فى اجراء بحوث متقدمة فى المجالات المختلفة للحاسبات وتطبيقاتها .

التقدم في البرنامج الياباني :

سار مشروع الجيل الخامس للحاسبات فى طريقه الصحيح حسب البرنامج الزمنى المقترح واستلزم الأمر تصحيح المسار وتعديل الأهداف على مدى الفترة الزمنية للمشروع، وأمكن تصميم وتنفيذ أحد الحاسبات التى أطلق عليها اسم الحاسب الشخصى المتتابع للاستدلال (Personal Sequential Inference Machine (PSI) وتم انتاج نماذج أولية منه لاختباره، واستخدمت فى برمجته لغة PROLOG كلغة أساسية لهذا الجيل، فى ذات الوقت الذى أمكن فيه تصميم وتنفيذ حاسب خاص بقواعد البيانات الارتباطية -Relation) al data - base machine) أطلق عليه اسم (Delta) وتم ربط هذا الحاسب مع حاسب الاستدلال PSI عن طريق شبكة عمل محلية (Local Area Network) .

الا أن مفاجاءات اليابانيين لم تقف عند حد اعلانهم عن هذه الأجهزة ففى عام ١٩٨٥ أعلنت اليابان مرة أخرى عن مشروع بحثى جديد يبدأ فى منتصف عام ١٩٨٦ ولمدة عشرة أعوام لدعم وزيادة قدرات مشروع الجيل الخامس من الحاسبات وأسمته مشروع الجيل السادس من نظم الحاسبات لتدعيم البحث والتطوير فى الالكترونيات ونظم المعلومات التى يمكنها تكملة أو استبدلال الذكاء البشرى بالتركيز على الاستعانة بعلوم الفسيولوجيا وعلم النفس واللغويات والمنطق وصهرها فى بوتقة واحدة مع علوم الحاسب للوصول إلى الأهداف المطلوبة.

مجالات الذكاء الاصطناعي

اتجهت أبحاث الذكاء الاصطناعى إلى بناء برامج فى مجالات محددة كما سبق إليه القول ومن هذه المجالات :

- النظم الخبيرة أو نظم الخبرة
- منظومات اللغات الطبيعية
- البرمجة الآلية.
- ادراك الحاسب للكلام.
- امكانية الرؤية فى الحاسب.
- آلات الروبوت.
- اثبات النظريات
- تعلم الحاسب
- العاب الحاسب.
- التطبيقات التجارية فى الاعلام المتعدد

وقد كانت إحدى المشاكل الكبرى التى تواجه بناء هذه البرامج إلى وقت قريب اضافة إلى درجة التعقيد العالية التى تميز هذه البرامج، هو حاجتها إلى سعة تخزينينة عالية، كما أن هذه البرامج كانت تتولى معالجة مشاكل معقدة ومبهمة مازالت قيد البحث والتطوير، ولذلك فقد تميزت برامج الذكاء الاصطناعى بالمميزات والخصائص التالية :

خصائص الذكاء الاصطناعى

.. التمثيل الرمزى

فقد كانت هذه البرامج تتعامل مع رموز تعبر عن المعلومات المتوفرة مثل : الجو اليوم حار، والسيارة خالية من الوقود، وأحمد فى صحة جيدة ، والطعام له رائحة زكية وهو تمثيل يقترب من شكل تمثيل الانسان لمعلوماته فى حياته اليومية.

.. البحث التجريبى

تتوجه برامج الذكاء الاصطناعى نحو مشاكل لاتتوافر لها حلول يمكن ايجادها تبعا لخطوات منطقية محددة، اذ يتبع فيها أسلوب البحث التجريبى كما هو حال الطبيب الذى يقوم بتشخيص المرض للمريض، فأمام هذا الطبيب عدد من الاحتمالات كثر أم قل للوصول إلى التشخيص الدقيق، ولن يتمكن بمجرد رؤيته للمريض وسماع آهاته من الوصول إلى الحل، وينطبق الحال على لاعب الشطرنج، فإن حساب الخطوة التالية يتم بعد بحث احتمالات وافتراضات متعددة ، وهذا الأسلوب من البحث التجريبى يحتاج إلى ضرورة توافر سعة تخزين كبيرة فى الحاسب ، كما تعتبر سرعة الحاسب من العوامل الهامة لفرض الاحتمالات الكثيرة ودراستها.

.. احتضان المعرفة وتمثيلها

لما كان من الخصائص الهامة فى برامج الذكاء الاصطناعى استخدام أسلوب

التمثيل الرمزى فى التعبير عن المعلومات ، واتباع طرق البحث التجريبى فى ايجاد الحلول فإن برامج الذكاء الاصطناعي يجب أن تمتلك فى بنائها قاعدة كبيرة من المعرفة تحتوى على الربط بين الحالات والنتائج مثال ذلك :

- إذا كان مشغل الأقراص فى جهاز الكمبيوتر لا يقرأ البيانات المسجلة على القرص .
- والقرص جيد
- وحاكم تشغيل القرص سليم
- والكابل بين مشغل القرص والحاكم سليم.
- فإن العطل يكون فى مشغل الأقراص نفسه.

ومثل :

- اذا كان الجو غير صحو
- ودرجة الحرارة منخفضة
- فيجب ارتداء المعطف

وفى هذه الأمثلة يتضح التمثل الرمزى (الجو غير صحو)، واحتضان المعرفة بمعرفة عطل المشغل وبمعرفة وجوب ارتداء المعطف.

.. البيانات غير المؤكدة أو غير المكتملة

يجب على البرامج التى تصمم فى مجال الذكاء الاصطناعى أن تتمكن من إعطاء حلول إذا كانت البيانات غير مؤكدة أو مكتملة، وليس معنى ذلك أن تقوم بإعطاء حلول مهما كانت الحلول خاطئة أم صحيحة، وإنما يجب لكى تقوم بأدائها الجيد أن تكون قادرة على إعطاء الحلول المقبولة وإلا تصبح قاصرة، ففى البرامج الطبية إذا ما عرضت حالة من

الحالات دون الحصول على نتائج التحليلات الطبية فيجب أن يحتوي البرنامج على القدرة على إعطاء الحلول .

.. **القدرة على التعلم**

تعتبر القدرة على التعلم إحدى مميزات السلوك الذكى وسواء أكان التعلم فى البشر يتم عن طريق الملاحظة أو الاستفادة من أخطاء الماضى فإن برامج الذكاء الاصطناعى يجب أن تعتمد على استراتيجيات لتعلم الآلة.

لغات البرمجة فى الذكاء الاصطناعى

تختلف البرامج المكتوبة فى مجالات الذكاء الاصطناعى عن البرامج العادية التى تكتب لحساب المرتبات والأجور وشئون العاملين والإحصاء وغيرها من مجالات البرمجة التقليدية التى تقوم الحاسبات بتنفيذها، وبالرغم من أنه يمكن كتابة بعض البرامج فى مجالات مختلفة من مجالات الذكاء الاصطناعى بلغات البرمجة العادية مثل لغة بيسك وفورتران وباسكال وسى وغيرها من لغات المستوى العالى فإن العملية غير ذات كفاءة عالية، ومعقدة إلى حد كبير.

ولقد خرجت إلى الوجود منذ زمن بعيد لغات برمجة توجهت بصورة مباشرة نحو معالجة برامج الذكاء الاصطناعى ، وهذه اللغات تمتلك من الامكانيات والميزات الضرورية التى تتيح كتابة برامج معقدة وكبيرة بكفاءة عالية ، ومن بين الامتيازات التى امتازت بها هذه اللغات :

- القدرة على صياغة تراكيب البيانات المعقدة.
- القدرة على فرز وبحث قواعد البيانات والمعلومات.
- الاستنتاج الذاتى.

◆ امكانية معالجة الجداول ومطابقة الأنماط وتركيب المعرفة.

وقد استحدثت لغات برمجة تشبه اللغات الطبيعية ونشأت لغات كثيرة تتعدد فى الاستخدام وتتنوع فى الامكانيات ، ومن بين هذه اللغات :

لغة البرمجة (IPL (Information Processing Language وهى من اللغات الأولى في هذا المجال وصممت خصيصاً لمعالجة المعلومات فى عام ١٩٥٦.

لغة البرمجة ريتا (RITA Language) واستخدمت فى بناء نظم الخبرة لمكافحة الارهاب الدولى.

لغة البرمجة روزى (ROSIE Language) واستخدمت فى بناء نظم الخبرة للتخطيط الحربى (TATR) وقد قام بتصميمها جون ماكارثى فى عام ١٩٥٨ واستخدمت فى بناء نظم خبرة متعددة منها (OPSV, OPS 5, DEND) وتعد من اللغات الشهيرة في هذا المجال.

لغة البرمجة برولوج (PROLOG) وتعد من أشهر لغات البرمجة فى الوقت الراهن وقد استخدمت في نظم الخبرة المتعددة منها Esp/ Advisor, M.1.

لغة البرمجة SMALL TALK

لغة البرمجة (SAIL (Stanford Artificial Inteligence Laboratory وقد تم تصميمها فى جامعة ستنافورد.

وفيما يتعلق بالمشروع اليابانى فقد اعتمدت لغة البرولوج كأساس للمشروع وقد اعتبرت لغة النواة (Kernel Language) لحاسب الاستدلال PSI هى لغة KL-0 وهى قريبة الشبه من لغة البرولوج، وتمثل لغة الحاسب نفسه: أما لغة تنفيذ نظام التشغيل والبرمجة فسميت ES PROLOG وتختصر ESP وهى التى استخدمت فى كتابة نظام التشغيل والبرمجة وجرى تطوير لغة النواة لتصبح KL-1 ومن المتوقع أن يكون الشكل

النهائى للغة النواة هو KL-2 فى نظام الحاسب النهائى، ويتم أيضاً تطوير اللغة التى ستستخدم فى برمجة نظم قواعد المعرفة والتى تسمى MANDALA وهى اللغة التى ستستخدم لتنفيذ تطبيقات الذكاء مثل نظم حل المسائل ونظم تمثيل ومعالجة المعرفة.

ولغات برمجة أخرى متعددة استخدمت بنجاح فى مجال تطبيقات الذكاء الاصطناعى.

وكل لغة من لغات البرمجة الموجهة نحو تطبيقات الذكاء الاصطناعى تحاول التركيز على بعض هذه الامكانيات ، وسوف نستعرض فى الفصل الرابع أغلب هذه اللغات وامتيازات كل منها، وفى الفصل الخامس سوف تتناول بتفصيل مقدمة البرمجة بلغة البرولوج.

أهمية الذكاء الاصطناعى

مما لاشك فيه أن التقدم الكبير الذى يشهده العالم فى كافة المجالات إنما يرجع بعض من الفضل فيه إلى أجهزة الحاسبات ، وربما يكون الوقت مبكرا للحديث عن فضل الحاسبات الذكية ولكن مما لاشك فيه أن الحاسبات الذكية (إن جاز استخدام هذا التعبير) تلعب دوراً متناميا فى مجالات عديدة فى الوقت الراهن وينتظر لها أن تبلغ شأوا كبيرا فى الوقت القريب فى مجالات متعددة منها :

المجال الهندسى من حيث القدرة على وضع وفحص خطوات التصميم وأسلوب تنفيذه.

فى المجال الطبى من حيث التشخيص للحالات المرضية ووصف الدواء اللازم.

فى المجال العسكرى من حيث اتخاذ القرار وقت نشوب المعارك وتحليل المواقف واعداد الخطط والاشراف على تنفيذها.

في المجال التعليمي من حيث القيام بمهام المعلم وابداء الاستشارات في مجال التعليم.

وفي المجالات الأخرى المتعددة ففي المصانع مراقبة عمليات الانتاج ، والاحلال محل العمال في الظروف البيئية الصعبة، وفي التجارة والأعمال كتحليل حالة السوق والتنبؤ ودراسة الأسعار ، وغيرها من المجالات التي لا تقع تحت حصر.

محدودية الذكاء الاصطناعي

على الرغم من التطور الكبير الذي أبدعته أبحاث الذكاء الاصطناعي نحو إضفاء بعض من خصائص الذكاء على الآلة الحاسبة إلا أن الوقت لا يزال مبكرا جدا للقول بأن هناك برامج يمكن أن تنتج تحاكي العقل البشري في أسلوبه في التفكير والخلق والإبداع، والنجاح الحالي الذي تشهده برامج الذكاء الاصطناعي إنما هو تطوير لبرمجيات معينة متخصصة في مجالات تطبيقية محددة تحتضن فيها الآلة حصيلة خبرة بشرية في مجال من المجالات .

ويعن لنا أن نتساءل : إلى أي مدى يمكن للذكاء الاصطناعي أن يصل ؟ هل سيصل التصميم يوما ما من حاسب يقترب من تصور انساني ؟ إن الذين يرون أن الإنسان هو أساس الكون وغايته يشددون على أنه اذا كانت الحاسبات اللاعبة للشطرنج قادرة على ربح المباريات، فإنها لا ترى ولا تتمتع بانتصاراتها ولا هي حتى تعرف أنها هزمت بشراً لهم طموحاتواهتمامات.

إن هذه الحاسبات يمكن لها أن تتعرف على الكلمات وأن تنسخها بغباء لكنها لا تفهم شيئاً مما تسجله، واذا كانت البرامج الموسيقية تلحن الألحان فانها لا تقدر على الاستمتاع بما تلحن مثل العود والناي بل إنها لا تستطيع أن تحكم عليه أو أن تفخر به، فهي في النهاية لا تستطيع أن تدرك أو تعي فما من حاسب صمم ليدرك ويعرف مايقوم به.

وعندما يقوم الانسان بمهمة فكرية فإنه لايرى إلا جزءا ضئيلاً ظاهراً من اللاوعى ، فقد يبذل كثيرا من الجهد الواعي فى كتابة رسالة، ولكن يبقي هنالك خلف كل كلمة توضع على الورق ألف أو أكثر من الحاسبات غير الواعية المتعلقة بالقواعد والتهجئة وكيفية وضع الكلمات والحروف بطريقة منطقية ، ولكل هذه المعالجات غير الواعية أهمية تفوق المعالجات الواعية.

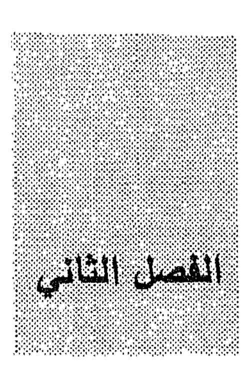
وهناك من يرى أن (المعترف به هو أن القدرة على التذكر وتسجيل بعض معالجات تفكيرنا تشكل مظهرا هاماً من مظاهر الذكاء الانسانى ، ولكن كونها مهمة لا يعنى انها عويصة أو صعبة إلى حد استحالة تقليدها أو أنها صعبة النسخ، فكل ما يعنيه ذلك هو أنها شىء يمكننا أن نفعله بينما لا تستطيع الحاسبات أن تفعله حتى الأن.

وأن الحاسبات لم تكن قادرة قبل عقود قليلة خلت على وصف الأدوية للمرضى ولا كانت قادرة أن تلعب الشطرنج أو أن تلحن الموسيقى، وعلى مدى سنوات أو عقود من الآن سيصبح للحاسبات (أثر ذاكرى) يسمح لها بـ (التمتع) بحقيقة امتلاكها مهارات كثيرة أو بـ (الابتهاج) بما تنجزه .)

يقول الدكتور علاء الدين عويد فى كتابه أساسيات الذكاء الصناعى (وليكن فسوف يتفوق الحاسب ويتمكن من برمجة نفسه ولكن لمن يعود الفضل فى ذلك ؟ للحاسبة بمكوناتها المادية أم للعقل الذى برمجها ؟).

الفصل الثانى

تطبيقـات فـي الذكاء الاصطناعي



الفصل الثاني

تطبيقــات فــي الذكــــاء الاصطناعـــي

يتعرض هذا الفصل إلى التطبيقات فى مجالات الذكاء الاصطناعى المختلفة من البرمجة الآلية ومعالجة اللغات الطبيعية بفهم الحاسب للكلام وتوليد الكلام فى الحاسب والرؤية فى الحاسب والتعرف على الصورة ومعالجة الصورة ونظام الخبرة للرؤية بواسطة الحاسب ، ثم يتطرق إلى الروبوت وتكوينه والتحكم فى الروبوت واستخدامات الروبوت ومنافعه وبرمجة الروبوت مع عرض مثال لأحد أجهزة روبوت التدريب بالمواصفات العامة وطرق البرمجة وعرض للروبوت الذى يمشى وينتهى بإستعراض لتقنية الاعلام المتعدد أو الوسائط المتعددة .

أتجهت أبحاث الذكاء الاصطناعي كما سبق القول إلى بناء برامج فى مجالات محددة منها النظم الخبيرة أو نظم الخبرة ومنظومات اللغات الطبيعية والبرمجة الآلية وأدراك الحاسب للكلام وإمكانية الرؤية فى الحاسب وآلات الروبوت وإثبات النظريات وتعلم الحاسب وألعاب الحاسب ونتناول بعضا من هذه المجالات بعض التفصيل ، وبصفة خاصة النظم الخبيرة ومنظومات اللغات الطبيعية وإدراك الحاسب للكلام والرؤية فى الحاسب وآلات الروبوت والبرمجة الآلية وتعلم الماكينة .

البرمجة الآلية

مما لا شك فيه أن إستخدام لغات البرمجة فى برمجة الحاسبات وبصفة خاصة لغات المستوى العالى كلغة فورتران ولغة بيسك قد أحدث طفرة في مجال برمجة الحاسبات امتدت إلى الجيل الخامس من لغات البرمجة بما فيها من قدرة على الاستدلال ومما لا ريب فيه أن الحاسب لا يفهم هذه اللغات بصورة مباشرة إذ تتم عملية تحويل البرنامج المكتوب بلغة المستوى العالى والذى يسمى بالبرنامج المصدر Source Program إلى برنامج آخر مقبول للحاسب يسمى بالبرنامج الهدف object program وتقع عملية التحويل هذه على عاتق أحد البرامج الذى يدعى المفسر Interpreter أو المترجم Compiler .

ومن هنا يمكن النظر إلى عمل المترجمات والمفسرات على أنه نوع من البرمجة الآلية Automatic Programming نوعا ما ، ويمكن وصف البرمجة الآلية من وجهة نظر الذكاء الإصطناعى على أنها القدرة على إيجاد مفسرات أو مترجمات فائقة Supercom-plier or Superinterpreter يمكنها إستلام البرنامج المصدر مكتوبا بلغة طبيعية ثم القيام بتوليد برنامج هدف يمكن للحاسب أن يتولى تنفيذه .

يأمل الباحثون أن تكون مثل هذه المفسرات أو المترجمات قادرة على تنفيذ بعض الأمور الآتية :

.. تصحيح بعض الأخطاء المطبعية أو القواعدية فى البرنامج .

.. محاولة تفسير بعض الأوصاف الغامضة فى البرنامج .

.. إجراء حوار مع المبرمج فى محاولة لتوضيح بعض النقاط الغامضة .

.. التعميم بالإستفادة من الأمثلة .

وتتعلق الأبحاث الجارية فى هذا المجال تعلقا مباشرا بالأبحاث الجارية فى مجال تطوير الروبوتات .

معالجة اللغات الطبيعية

اللغات الطبيعية هى تلك النظم بالغة التعقيد والدقة التى يستخدمها البشر فى الخطاب نطقا وكتابة فيما بينهم كوسيلة للاتصال .

ومعالجة اللغات الطبيعية فى الحاسبات هى القيام بدراسة نظم اللغات الطبيعية مكتوبة ومنطوقة للتعرف على مكوناتها وتحديد العلاقات بين هذه المكونات بغرض الوصول إلى قيام الحاسب :

- بفهم والتعرف على الكلام المنطوق والمكتوب .
- وبالإستجابة للكلام بتوليد الكلام مسموعا ومكتوبا .

بهدف تيسير عملية التخاطب بين الإنسان والحاسب ، وإستخدام هذه العملية فى الترجمة والتعليم والتحكم فى الآلات والمعدات وفهم طبيعة السلوك الإنسانى وغيرها .

عند بداية ظهور أجهزة الحاسبات الإلكترونية ، كان من أكبر الأسباب التى حدت من إنتشارها صعوبة إستخدامها ، إذ إعتمدت على كتابة البرامج بلغة الآلة التى لم يكن يعرفها غير عدد قليل من المتخصصين الذين لديهم الدراية والمعرفة بتصميم جهاز الحاسب .

وعندما بدأ ظهور لغات للبرمجة أيسر فى الإستخدام من لغة الآلة أصبح فى متناول غير المتخصصين القيام ببرمجة الحاسب بإستخدام أى من لغات البرمجة دون ضرورة أن تكون لديهم دراية بالتصميم الداخلى للحاسب ، وإمتازت هذه اللغات (فورتران ، كوبول ،

بيسك . باسكال . سى وغيرها) بقربها من اللغات الإنجليزية الطبيعية فإستخدمت منها كلمات مألوفة للتعبير عن عمل مطلوب من الحاسب تنفيذه تتولى هذه اللغات ترجمته إلى ما يفهمه الحاسب .

إلا أن هذه اللغات كانت غير طبيعية ، و أمتازت كل واحدة منها بمميزات دون الأخري، و تباينت قواعد كل منها عن الأخري ، و كان علي المستخدم أن يلم بخواص اللغة و ما تحتويه من عبارات و كلمات و قواعد صارمة لا تقبل التغيير أو التأويل .

ظهرت بعد ذلك الحاجة الماسة لإيجاد أسلوب يمكن مستخدم الحاسب من التحلل من القيود و القواعد دون حاجة إلي تعلم لغة جديدة بقواعدها و خصائصها فإتجهت الأبحاث إلي منظومات اللغات الطبيعية المكتوبة natural languages systems بحيث يمكن لهذه المنظومات استلام لغة طبيعية ثم تكسيرها إلي مجموعة من الجمل التي تتولي تحويلها إلي أوامر يستطيع الحاسب أن يقوم بتنفيذها ، و استخدمت هذه المنظومات كواجهة أمامية لبعض التطبيقات في الحاسب مثل قواعد البيانات و معالجة النصوص و الجداول الإلكترونية و كانت هذه المنظومات مبرمجة بحيث تكون قادرة علي الأستجابة لبعض الأستفسارات البسيطة التي لا تتطلب قدرا من الأستنتاج مثل إعطاء مساعدة عند تنفيذ عمل معين أو الأشارة إلي حدوث خطأ أثناء العمل .

و تطورت البرامج التي تشغل هذه المنظومات إلي مستوي أعلي من الجودة بحيث يمكنها إعطاء قدر من الأستنتاج عند الأستفسار ، و كانت أغلبها تقع فى نطاق إتخاذ القرار و دعم أعمال التصميم .

أستخدمت المنظومات من هذا النوع أحد نمطين في التعامل مع المستخدم :

أولهما أن يقوم المستخدم باختيار الأعمال التي يريد من الحاسب القيام بها من خلال قائمة اختيارات تظهر أمامه علي الشاشة و تعرض عليه كل ما يمكن للبرنامج أن يقوم به .

و **ثانيهما** أن يقوم المستخدم بإعطاء تعليماته بلغة أقرب ما تكون إلي الطبيعية .

اعتمد عمل المنظومة من النوع الثاني علي القيام بتحليل المكتوب أو الأعمال المطلوب من الحاسب تنفيذها و المكتوبة علي شكل جمل طبيعية ثم ترجمة هذه الجمل بعد تحليلها إلي أوامر أو توجيهات للمكونات المادية في الحاسب لتنفيذ الأنشطة المطلوبة .

كان من الطبيعي أن يقوم برنامج المنظومة بالتحليل القواعدي للجملة التي استلمها من المستخدم بواسطة أحد أجزاء البرنامج الذي يتولي مهمة الإعراب ، و أطلق علي هذا الجزء اسم المعرب parser الذي يقوم بتكوين شجرة إعراب للجمل ، و يقوم جزء أخر بالمهمة التالية لعملية الإعراب و هي تحليل دلالات الألفاظ semantic analysis للجملة بالاعتماد علي معجم خاص من يحتوي علي الكلمات المستعملة في التطبيق إعتمادا علي طبيعة إستعمال المنظومة في التطبيقات المختلفة .

بعد أن تتم عملية ترجمة الجملة اعتمادا علي التركيب القواعدي للغة يتم تحويلها إلى لغة التطبيق للحاسب لتنفيذ محتواها من عمليات .

إلا أن التطورات التي أحدثتها البحوث في مجال تفسير آليات عملية فهم اللغة و توليدها لدي الأنسان أطلقت العنان لأحلام صنع الآله التي تستجيب للأوامر التي تصدر إليها بأستخدام الحوارالشفهى الطبيعي .

و قد تعددت النماذج التى قدمت لتفسير عملية فهم الكلام المكتوب و المنطوق و توليده عند الانسان ، و من أشهر هذه النماذج نموذج الطبقات السبع الذى يتولى تفسير فهم الانسان للغة على أنه يمر بسبع مراحل متتالية :

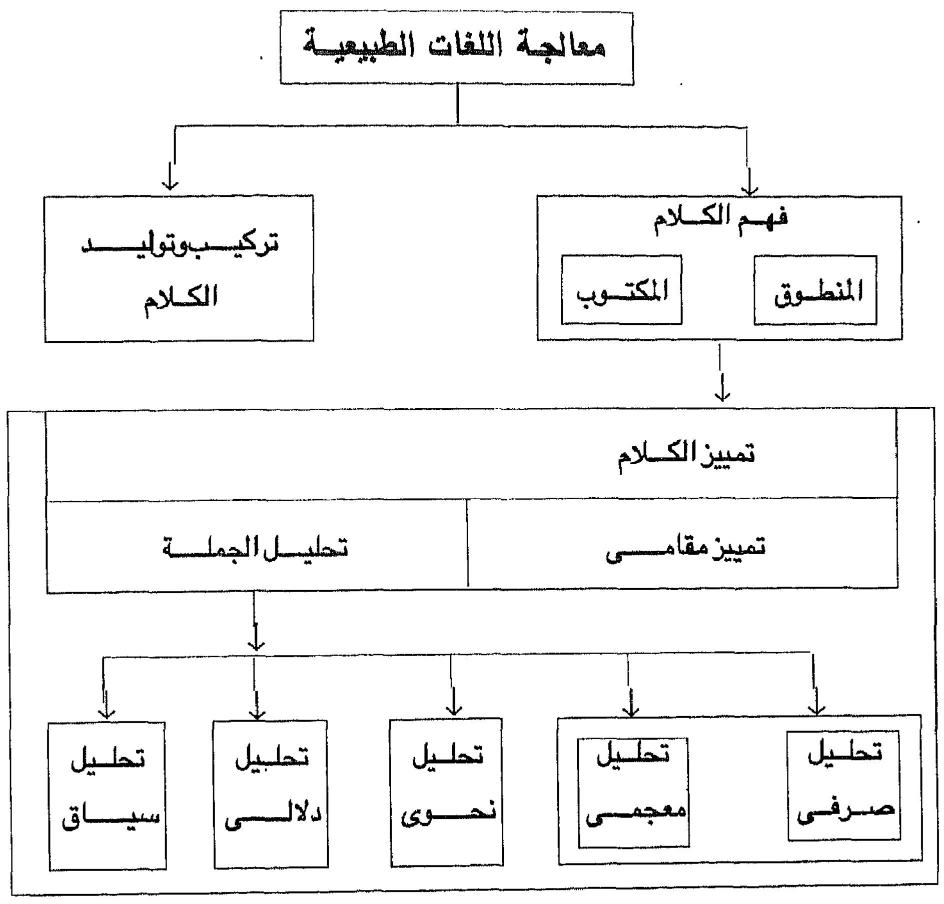
أولها مرحلة تحليل الصوت باعتباره تشكيلة من تتابع لوحدات صوتية متميزة تعرف بالفونيمات (مقاطع صوتية أساسية لحرف أو مجموعة حروف من الكلام) و تشكل كل مجموعة منها كلمة من كلمات اللغة .

ثانيها مرحلة تحليل تركيب الكلمة .

ثالثها مرحلة تحديد معني الكلمة .

رابعها مرحلة تركيب الجمل و العبارات .

خامسها مرحلة إنتقاء المعاني الصحيحة للجملة .



معالجة اللغات الطبيعية

سادسها مرحلة إنتقاء المعاني التي تتفق مع سياق موضوع الكلام .

سابعها مرحلة تضمين تأثيرات البيئة الثقافية و الاجتماعية في الكلام .

حقق هذا النموذج بعض النجاح في تيسير التعرف علي آليات تعامل الانسان مع اللغة بيد أنه قد شابته أوجه قصور في نظرته إلي اللغة بإعتبارها تتكون من جزيئات متتالية دون إعطاء تفسير لنظمها الفرعية .

كما لم يتمكن من الإحاطة بنظام اللغة ككل و دراسة تشابك و ترابط النظم الفرعية للغة من صرف و نحو و علاقات المكتوب و المسموع و المنطوق منها و تأثيرها علي بعضها البعض .

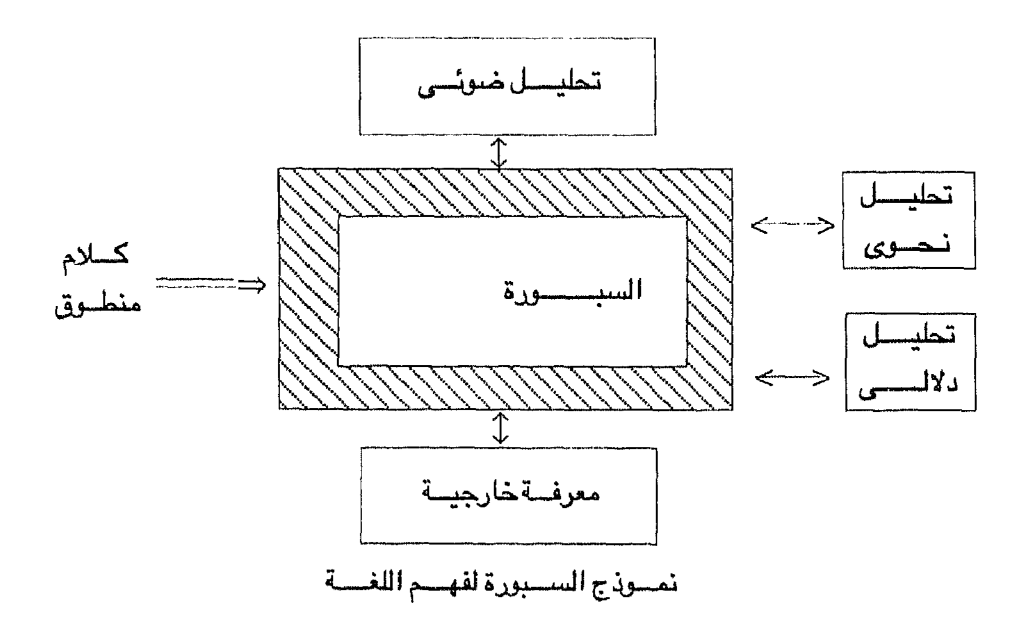
بهذا يكون الحاسب قد ميز تماثل الكلمات مع المختزن فيه ولم يميز معانيها ، ويصبح على برنامج الحاسب القيام بعملية تحليل الخصائص الصرفية للكلمات التى يتكون منها الحديث .

عند إنتهاء عملية المعالجة فى الحاسب من تحليل الخصائص الصرفية للكلمات تبدأ العملية التالية لذلك وهى التعرف على معانى الكلمات فى المعجم المختزن فى الحاسب الذى يحتوى على الكلمات ومعانيها .

فى بعض الأحيان يكون للكلمة الواحدة أكثر من معنى ومما لا شك فيه أن الإنسان يقدر على تحديد المعنى المقصود للكلمة من سياق الكلام الذى يسمعه أو النص الذى يقرؤه ، ولا يمكن أن تقوم كلمة واحدة منفردة بإعطاء معنى، كما تشتمل اللغات الحية على المترادفات والمعانى المختلفة للكلمة الواحدة فكلمة (ساكن) تعنى (هادىء) وتعنى (قاطن) ، وفى هذه الحالة :

إما أن يستفاد من كلمة مؤكدة فى الجملة لا تحتمل اللبس أو التأويل ويبنى عليها تفسير الجملة .

أو أن يعتمد إيجاد المعنى على سياق الكلام ومضمونه بإستقراء بعض المعلومات من



نموذج السبورة لفهم اللغة

بهذا يكون الحاسب قد ميز تماثل الكلمات مع المختزن فيه ولم يميز معانيها ، ويصبح على برنامج الحاسب القيام بعملية تحليل الخصائص الصرفية للكلمات التى يتكون منها الحديث .

عند إنتهاء عملية المعالجة فى الحاسب من تحليل الخصائص الصرفية للكلمات تبدأ العملية التالية لذلك وهى التعرف على معانى الكلمات فى المعجم المختزن فى الحاسب الذى يحتوى على الكلمات ومعانيها .

فى بعض الأحيان يكون للكلمة الواحدة أكثر من معنى ومما لا شك فيه أن الإنسان يقدر على تحديد المعنى المقصود للكلمة من سياق الكلام الذى يسمعه أو النص الذى يقرؤه ، ولا يمكن أن تقوم كلمة واحدة منفردة بإعطاء معنى، كما تشتمل اللغات الحية على المترادفات والمعانى المختلفة للكلمة الواحدة فكلمة (ساكن) تعنى (هادىء) وتعنى (قاطن) ، وفى هذه الحالة :

- إما أن يستفاد من كلمة مؤكدة فى الجملة لا تحتمل اللبس أو التأويل ويبنى عليها تفسير الجملة .

- أو أن يعتمد إيجاد المعنى على سياق الكلام ومضمونه بإستقراء بعض المعلومات من بقية الكلام ومعانيها .

- أو أن يتم البدء بأول كلمة وفهم الكلمة الثانية بناء عليها وهذا الأسلوب لا يستخدم كثيرا لأن خطأ تحليل معنى الكلمة الأولى وفهم التالية لها بناء عليها قد يقود إلى نتيجة خاطئة تماما لمعنى الجملة .

بالحصول على معانى الكلمات منفردة يحل الدور على عملية فهم تركيب الجملة التى تنتظم منها الكلمات طبقا لقواعد النحو ،. وإنتقاء المعانى الصحيحة للجملة والتى تتفق مع سياق الكلام ، وإستخدام بعض الحقائق التى تضاف من معالجة الجمل والعبارات والعلاقات بينها وتضمين تأثيرات البيئة الثقافية والإجتماعية للوصول إلى معنى النص أو مجموع العبارات فى النص .

تعددت المشاكل التى صادفت الباحثين فى معالجة اللغات الطبيعية لإكساب الحاسب

القدرة على التعرف على الكلام وفهمه ، ولم تكن فقط قيود المكونات المادية من :

حجم وسائط التخزين التى تحد من إمكانية إيجاد معجم يحتوى على نماذج كلمات اللغة .

وحجم ذاكرة الحاسب المطلوبة لمثل هذه العمليات .

وسرعة الحاسب العالية المطلوبة لمثل هذا النوع من المعالجة .

بل كانت هناك قيود أخرى من أسلوب البرمجة لمعالجة مثل هذا النوع من عمليات المعالجة التى لا يوجد لها إلا نموذج قابل للتغيير والتعديل ، إضافة إلى نوع آخر من القيود التى شكلتها عملية نطق الكلام فى البشر ، والتى تمثلت فى :

- إختلاف نطق الكلام من شخص إلى آخر .
- إختلاف نطق الكلمة الواحدة للشخص الواحد تبعا لحالته الصحية والنفسية .
- وجود العيوب الخلقية فى نطق الكلام .
- احتواء اللغات على مرادفات للمعنى الواحد .
- احتواء اللغات على معان مختلفة للكلمة الواحدة .
- اعتماد نطق الكلمة ومعناها على سياق الحديث .
- عدم وجود حد فاصل واضح بين الكلمات فى الجمل والعبارات .

وفى وقت من الأوقات شكلت هذه الصعوبات حجر عثرة فى سبيل بلوغ الهدف المطلوب بحيث بدا كما لو كان حلما عسير المنال ، وظهر إتجاه يقود الأبحاث إلى تصميم أجهزة تستطيع التعرف على المتكلم بقيام شخص بنطق مجموعة من الكلمات والجمل المراد تسجيلها كنماذج منطوقة للشخص الواحد .

عاب هذا الإسلوب :

- محدودية حفظ النماذج وقلة الجمل والعبارات المختزنة .
- عدم القدرة على التعرف على الكلام ككل .

◆ عدم القدرة على تشغيل النموذج إلا لعدد محدود من الأشخاص .

جعلت هذه العيوب إتجاه الأبحاث يتجه إلى اعتماد التعرف على الكلام من السياق أساسا لعمليات التصميم التالية ، وانقسم العمل فى هذا الاتجاه إلى :

◆ إمكانية التعرف على الكلمات منعزلة بتمييز سلسلة من الكلمات عن طريق إدخال الكلمات واحدة بعد أخرى وبين كل كلمة وأخرى فترة زمنية من التوقف ، وصادفت البحوث فى هذا المجال نجاحا فى الولايات المتحدة الأمريكية وتتوافر فى الوقت الحالى منظومات فى ميادين متعددة لها القدرة على تمييز كلمات منفصلة .

◆ إمكانية التعرف على الكلمات المتصلة بتقليل الفواصل الزمنية بين الكلمة والأخرى إلى أقل حد ممكن بحيث تبدو كما لو كانت متصلة ببعضها البعض .

◆ إمكانية التعرف على الحديث المستمر بصورته الطبيعية بإدخال الحديث إلى جهاز الحاسب ليتمكن من التعرف عليه ، ومما ساعد على نمو هذا الإتجاه التوجه نحو المعالجة العصبية فى الفترة الأخيرة وإمكانية تدريب الخلايا العصبية الصناعية على الصوت ويعد النظام الخبير HEARSAY أحد أوائل النظم الذى أمكن جعله يستطيع تمييز حديث متصل من كلمات مختارة من بين ألف كلمة فى هذا النظام .

توليد الكلام فى الحاسب

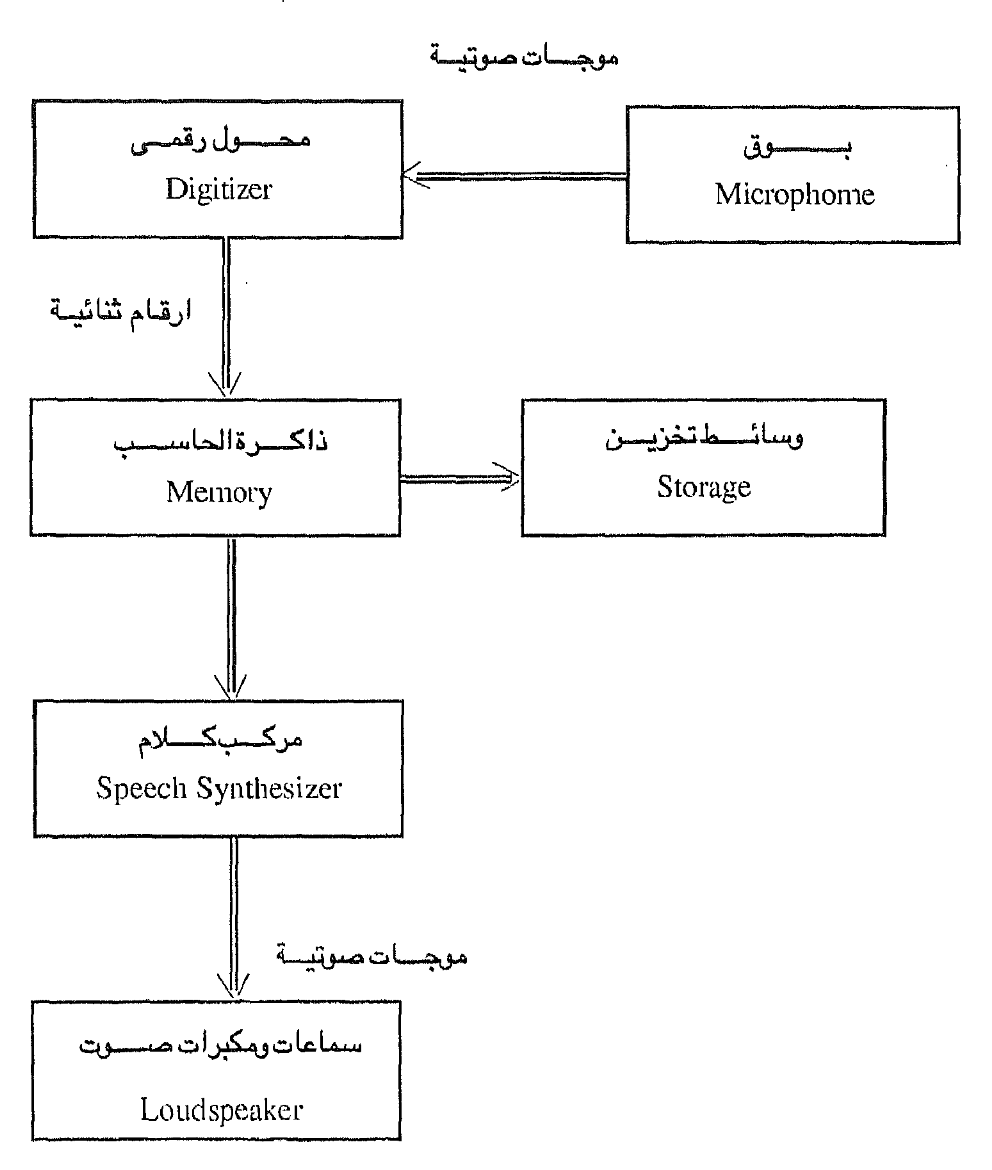
لتوليد الكلام فى الحاسب عدة طرق منها :

طريقة توليد الكلمات :

وفى هذه الطريقة يتم تسجيل كلمات فى الحاسب سواء بتسجيل عدد محدود من الكلمات أو عدد كبير منها ينطق بها الحاسب عندما يطلب منه ذلك ، وتتميز هذه الطريقة بالسهولة ووضوح نطق الكلمات ، وإن كان يعيبها أنه لا يمكن توليد إلا الكلمات المختزنة فى وسيط التخزين ، ومهما بلغ حجم وسائط التخزين فإنها سوف تكون غاية فى التكلفة إستيعاب كل الكلمات الموجودة فى اللغة .

تصلح هذه الطريقة لبعض الموضوعات المتخصصة ، وفى هذه الطريقة يتم تخزين

الكلمات من صوت بشرى واضح سليم النطق بتحويل الموجات الصوتية إلى موجات كهربية تناظرية تحول بدورها إلى صورة رقمية تخزن على صورة الواحد والصفر ، وفى العادة يتم تشفير الصورة الرقمية .



ادخال وإخراج الموجات الصوتية

ولإصدار الصوت يتم أولا فك عملية التشفير وتحليل الصورة الرقمية المشفرة ، ثم تحويل الصورة الرقمية إلى موجات كهربية تناظرية تصل إلى السماعة الموجودة فى الحاسب ليصدر عنها الصوت السابق إختزانه .

طريقة توليد الكلمات :

الطريقة الثانية التى يتم بها إنتاج الصوت فى الحاسب تعتمد على القيام بتسجيل المقاطع الصوتية (الوحدات الصوتية) أو الفونيمات للغة من اللغات ، وبتجميع هذه الفونيمات معا يمكن توليد أى كلمة من كلمات اللغة ، ولتوضيح معنى الفونيم فإن كلمة (والشمس) تنطق (وا ش م س) على أربعة فونيمات وكلمة brought تحتوى على سبعة حروف ولكنها تنطق على أربعة فونيمات ، وفى عملية النطق بكلمات اللغة فإن تراكيب الحروف تتحول إلى فونيمات وتحتوى كل لغة على عدد من الفونيمات .

عند توليد الكلام فى الحاسب بإستخدام أسلوب تخزين الفونيمات يمكن تجميع عدد من الفونيمات التى تماثل النطق بالكلمة حيث تتشكل الكلمة فى الذاكرة على صورة رقمية تتحول إلى صوت بالأسلوب المتبع فى توليد الكلمات .

طريقة التدريب على الكلام :

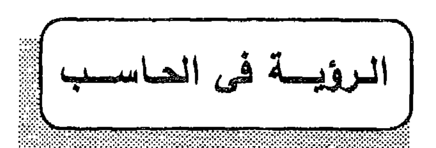
بدأ إستخدام الخلايا العصبية ببحوث ماكيلوش وبيتس ، وتمكن منسكى بناء على هذه البحوث من بناء آلته البسيطة المكونة من مجموعة من الصمامات المفرغة من مخلفات الجيش فى عام ١٩٥١ ، وجعلها قادرة على إنجاز نوع من التعلم .

بعدها لم تحقق البحوث فى هذا المجال نجاحا يذكر طوال فترة الستينات والسبعينات حتى ظهرت الإمكانيات الضخمة للدوائر فائقة التجميع القليلة الثمن فأحيت الأمل فى تنفيذ نماذج مطورة من الخلايا العصبية فيما أطلق عليه فيما بعد بالشبكات العصبية متعددة الطبقات .

تمتاز الشبكات العصبية بقدرتها على ما يمكن أن يطلق عليه التعلم والتدريب بطرق متعددة ، ويتم ذلك بجعلها تقوم بتخزين الشكل بإدخال الشكل إليها على شكل مدخلات ، وتقوم الشبكة إما بتنظيم نفسها أو بإعطائها شكل المخرجات المطلوبة منها بحيث تتمكن من

حفظ الشكل المدخل إليها والتعرف عليه فيما بعد وإنتاجه .

من بين الشبكات التى جرى تطويرها للعمل على تحويل النصوص المكتوبة إلى حديث منطوق شبكة ENTTALK في الولايات المتحدة الأمريكية فى جامعة جون فويكنز بواسطة روزنبرج وسيجنويسكى .



الرؤية فى الحاسب

عملية الرؤية فى الإنسان ومعالجة المناظر الطبيعية ليست مجرد عملية انتقال الصورة من المستقبلات فى العين إلى خلايا المخ ، وبوصول موجات تأثيرات موجات الضوء وإستشعاره يرى الإنسان صور الأشياء ، وإنما هى عملية بالغة التعقيد تبدأ من العين ، وبواسطة عدد من عمليات المعالجات الدقيقة السريعة والمعقدة التى تتم على جزيئات ومكونات الصورة يتم تحليل عناصرها وأبعادها والربط بين كل منها لإدراك الصورة وفهم معانيها .

كما هو العادة يبدأ البحث بفهم ما هو كائن للوصول إلى تحديد كيف يمكن إيجاد ما هو مطلوب ، وإدراك معالجة الإنسان للصورة وفهم معانيها لن يعين فقط فى الإستفادة بنتائج هذه الدراسات فى إمكانية تقليدها ، وإنما سيفيد فى اختيار الأساليب والوسائل التى يمكن بها تحقيق هذا الهدف من أيسر السبل وأقلها كلفة .

لا تقل إمكانية إدراك الصور فى الحاسب عن إدراك الكلام صعوبة وتعقيدا ، وتتشابه معها من أوجه متعددة لعل أبسط وجه الشبه أن النص المكتوب يكاد يكون صورة من تشكيلات مرسومة مختلفة الشكل والمعنى ، وعملية الإدراك لا تحمل مجرد عملية التمييز بالمعنى البسيط لها بحيث تشتمل على مجرد تحديد هوية الصورة ، وإنما تمتد لتشمل تمييز الهدف وإدراك أبعاده وعناصر مكوناته ودلالات الحركة فيه وإمكانية الإستدلال عليه .

وأيضا فإن الفرق بين تخزين الصورة وتحليل وفهم الصورة اختلاف واضح وكبير ، فالتخزين للصور والرسومات والأشكال والصفحات المكتوبة يكاد يكون تسجيلا لها على هيئة

عدد هائل من النقط فى مصفوفة تختلف بيانات شدة استضاءتها وألوانها وترتيبها .

ونقل الصور بين الأجهزة وحفظ الصور وغيرها من الأعمال المتصلة بها عدا فهمها معروف منذ زمن بعيد ، واستخدمت الأجهزة العديدة فى تنفيذها بدءاً من نقش ورسم الإنسان لها على جدران المعابد وعلى اللوحات وحتى أجهزة نقل الصورة (الناقلات [الفاكس]) وأجهزة عرض وتسجيل الصورة (الفيديو) .

تبادل الصور بين الأجهزة المختلفة وجهاز الحاسب عرف منذ البدايات الأولى للتعامل مع أجهزة الحاسبات ، وإن كان قد تأخر نسبيا لأسباب متعددة فمن بين المشاكل المتعددة التى كانت تصادف هذا المجال كانت المشكلة الكبيرة فى إستقبال الصورة على جهاز الحاسب تتمثل أساسا فى تخزين كم كبير من البيانات عن الصورة على جهاز الحاسب بدقة عالية بما يتطلبه ذلك من الحاجة إلى وسائط تخزين كبيرة تفى بهذه الإحتياجات .

إضافة إلى مشكلة قدرات وسعات وسائط التخزين فإنه لم يكن هناك اهتمام كبير بمعالجة الصور على الحاسبات بما يمثله ذلك من ضرورة الاهتمام بدقة الصورة وتشكيلة ألوانها إلا فى وقت متأخر من تطور أجهزة الحاسبات إذ كانت النظرة إلى أجهزة الحاسبات بإعتبارها أداة حسابية أكثر منها أداة تعامل مع الرسوم التى كانت تعد فى وقت من الأوقات تقليلاً من شأن الجهاز بإستخدامه للألعاب والرسومات العادية .

عندما ظهرت إلى الوجود أجهزة الحاسبات المتطورة بذاكرة كبيرة وسريعة ، وذات معالجات سريعة : وتشتمل على إمكانيات كبيرة للحصول على الدقة العالية للأشكال وألوانها ، كما تحتوي على وسائط تخزين ذات سعات كبيرة ومتعددة فإن معالجة الصور أخذت بالتالى حظها من جانب التطور تأثرا به وتأثيرا فى اتجاهاته .

على الرغم من ذلك فقد بقيت الصورة تمثل فى الحاسب على أنها مصفوفة كبيرة من النقط ليس فى إمكانه أكثر من أن يطابقها مع صورة أخرى تماثلها ، وبقى غير قادر على القيام بتفسير مضمونها أو تحديد ملامحها ، بل إنه فى بعض الأحيان لم يكن يقدر على مقارنة نفس المنظر الواحد إذا كانت له صورتان ، وكانت هاتان الصورتان مأخوذتين لنفس المنظر وكل منها مسجلة على نفس الجهاز عن طريق وسيط تسجيل يختلف فى المرة الأولى عن الوسيط المستخدم لتسجيل المنظر فى المرة الثانية سواء أكان هذا الوسيط هو جهاز

نقل للصورة أو كان برنامجا لنقل أو تجهيز صورة .

بدأت بعد ذلك البرمجيات التى تقدم لأجهزة الحاسبات تبدى قدرا من الإهتمام بإمداد الحاسبات ما يمكنها من تحديد معالم الصورة من لون وعمق ونسيج وحركة ، حيث يتم تحديد بيانات لون كل نقطة فى الصورة ودرجة نقاء اللون فى هذه النقطة وشدة استضاءته .

كما عملت البرامج التى تعمل في هذا المجال على تناول إستبيان عمق الصورة بأبعادها ، وتبدت الصعوبة فى هذا المجال من أن الصورة المنقولة إلى جهاز الحاسب كانت تمثل سطحا لا يوجد له عمق يحدد أبعاد الصورة والأبعاد النسبية بين مكوناتها .

لما كان فى مقدور الإنسان استخدام الصورة المنقولة عن كل عين بزاوية مختلفة لكى تتمكن خلايا المخ من معالجة الصورة وخلطها وترشيحها لتحديد أبعادها والبعد النسبى لمكوناتها ، فقد تبدت ضرورة إمداد الحاسب بمكونات مادية تقدر على تحقيق هذه الخاصية باستخدام زوج من أجهزة التقاط الصورة (كاميرا) حتى يمكن للبرامج أن تحاول معالجتها لتحليل أبعادها وتحديد البعد النسبى بين مكوناتها .

صادفت الأعمال فى مجال فهم الصورة صعوبة تحديد التغييرات التى تتواجد على سطح الجسم من درجة نعومة الجسم أو درجة خشونته ، والتى تؤدى بدورها ليس فقط إلى وحدات تغييرات فى لون الجسم من نقطة إلى أخرى وإنما تؤدى أيضا إلى إحداث تغييرات فى عمق صورة الجسم ، من هنا كان على البرمجيات التى تزود بها الحاسبات وأجهزة الاستشعار التى يجب أن تكون موجودة لنقل الصورة إلى الحاسبات أن تكون لها القدرة على استبيان نسيج الصورة .

أضافت الحركة فى الأجسام المتحركة بعدا آخر من أبعاد الصعوبات التى تتناول مجالات فهم صورة الأجسام المتحركة ، وإن كانت محاولات التغلب على هذه الصعوبة قد اتجهت مباشرة إلى التقاط مجموعة من الصور المتتابعة للجسم المتحرك لاستبيان المواقع المختلفة وتحليل مجموعة الصور للمنظر الملتقط ، إلا أن هذا الأمر قد أضاف صعوبة جديدة استلزمت ضرورة فصل خلفية الصورة عن صورة الجسم المتحرك مما استتبعته

ضرورة إمداد وسائل التقاط الصورة بوسيلة ثابتة لالتقاط الصورة (كاميرا) ، إضافة إلى برامج تساعد على فصل خلفية الصورة عن محتوياتها الكلية للحصول على معلومات الجسم المتحرك .

من نتيجة الحركة ظهرت صعوبات فصل خلفية الصورة من ضرورة تحديد النقاط التى تلتقى عندها حواف مكونات الصورة ، وعدم وضوح الحواف فى بعض المناطق من الصورة أو امتزاجها مع غيرها .

إضافة إلى هذه الصعوبات فقد كانت هناك صعوبات أخرى فى معالجة الصورة تمثلت فى تغير لون الجسم عند بعض أجزائه مما سيقود إلى اعتباره جسما آخر ، كما كانت الظلال من بين العوامل التى تصعب من مهمة تمييز الهدف بسبب تغيير خواص ألوانه .

وبرغم أن العالم المشهور روزنبلات Rosenblatt وفى عام ١٩٥٧ قام ببناء ما أسماه المحسن Perceptron الذى يعتبر نموذجا مبسطا جدا لشبكية العين ، وأمكنه تعليمه التعرف على بعض الأشكال المحدودة فإن إمكانيات المحسن كانت محدودة جدا لكنه كان قد فتح الباب أمام استخدام الشبكات العصبية الصناعية فى هذا المجال وإن كان هذا التطور قد توقف حتى الثمانيات بسبب فتور الاهتمام بأبحاث الشبكات العصبية .

استمر البحث فى اتجاهات أخرى ومن الطرق الشائعة الاستعمال فى تمييز الأهداف برز أسلوب التخمين والاختبار Hypothesize and Test والذى يقوم على الحصول على الصورة وتكوين عدة افتراضات عن كنهها من خلال البيانات المتوافرة عنها ومنها ثم معالجة هذه الافتراضات الأولية للحصول على حقائق إضافية ، ومن الحقائق الإضافية والبيانات الأولية يتم تكوين افتراضات جديدة تجرى معالجتها ، وهكذا إلى أن يتم تمييز الهدف أى أن تمييز الهدف يمر بمراحل متتالية تشتمل على :

- تبدأ الخطوة الأولى باستلام البيانات الأولية عن الصورة أو الهدف من جهاز الاستشعار ، وتكون هذه البيانات عبارة عن شكل الصورة شاملة الخطوط والتقاطعات والانحناءات واللون .

- تبدأ عملية المعالجة على البيانات الأولية ووضع عدة افتراضات عنها ، وتعطى عملية المعالجة هذه عدة تخمينات عن الصورة يتم ترتيبها حسب قوتها بناء على عملية المعالجة .

- يكون على أجهزة الإستكشاف القيام بعملية إختبار الإفتراضات للإمداد بحقائق جديدة إضافية يتم ربطها بالمعلومات المتوافرة .

- تتم عملية إعادة معالجة للحقائق الإضافية والمعلومات المتوافرة وتكوين إفتراضات جديدة أو تأكيد افتراضات سابقة .

- إعادة اختبار الإفتراضات الجديدة أو الافتراضات التى تأكدت واستنتاج حقائق كافية وترتب الافتراضات حسب قوتها من جديد .

- قد يؤدى اختبار الافتراضات الأخيرة إلى تمييز الهدف أو تؤدى إلى تكوين حقائق إضافية جديدة تعاد معالجتها مع ما تكون من قبل وصولاً إلى تمييز الهدف .

بهذا يمكن القول أن عملية تمييز الهدف تمر بعدة مراحل تبدأ بإستلام أجهزة الاستشعار Sensors لصورة الهدف والتى تكون على هيئة مصفوفة كبيرة من النقاط المختلفة الإضاءة ، ثم تبدأ أجهزة الاستكشاف بمعالجة مصفوفة النقاط ووضع افتراضات ترتب حسب قوتها ، ثم تعاد عملية معالجة معلومات الصورة لاختبار الافتراضات واستنتاج بعض المعلومات الإضافية عن الصورة وإعادة معالجتها للوصول إلى تمييز الهدف .

باختزان الصورة شاملة خصائصها من لون نقاطها ودرجة نقاء اللون فى كل نقطة وشدته ، والبعد النسبى لحواف الصورة (التجسيم) والتعرف على السطح ، والحركة فى الصورة ، فإن التعرف على الصورة يتم عن طريق طرق التعرف على الصورة التى منها :

١- التعرف على الصورة عن طريق التعرف على الحواف :

تصاحب حافة الصورة تغيرات فى خصائصها وبتقدير التغيرات فى الخصائص يمكن تحديد حافة الصورة ونهاياتها مما يحدد الصورة ويمكن من التعرف عليها ، وإن كانت هذه الطريقة تجد صعوبة لأسباب متعددة منها صعوبة تحديد النقاط التى تلتقى عندها

حواف الصورة ، وعدم وضوح الحواف فى بعض المناطق من الصورة أو امتزاجها مع غيرها .

إضافة إلى هذه الصعوبات فهناك صعوبة تحديد الصورة بسبب تغير لون الجسم عند بعض أجزائه مما سيقود إلى اعتباره جسما آخر ، كما تشكل الظلال أحد العوامل التى تصعب من مهمة التحديد للهدف بسبب تغير خواص ألوانه .

٢ . التعرف علي الصورة بإستخدام النماذج المرئية :

تخضع هذه الطريقة لإعتبارات متعددة لعل أهمها هو ضرورة التخزين المسبق لنموذج الصورة المطلوب التعرف عليها ، وبالتالى فهى لا تصلح لتمييز كل النماذج التى يمكن أن تتواجد ، ولن تقدر على تحديد نماذج غير مخزنة فيها سلفا .

وتتم بالقيام بتخزين عدد من النماذج المطلوب التعرف عليها فى ذاكرة الحاسب بعد تحويلها إلى صورة رقمية تستخدم فيما بعد فى التعرف على صورة الهدف المراد التعرف عليه .

مثال ذلك إذا إفترضنا أن جهازا مزودا بإمكانية التقاط الصور مزود بحقائق عن الاحتمالات المختلفة للموجود فى مكان ما وليكن حجرة على سبيل المثال ، وانتقلت إلى الجهاز صورة شكل مستطيل فى أحد الجدران فإن الجهاز فى سبيل تعرفه على هذا الشكل سيبدأ عملية المعالجة للبيانات الملتقطة ، ومن خلال المعلومات المزود بها يتولى البرنامج المزود به الجهاز فى وضع عدة تخمينات عن الشىء المنتقلة بيانات صورته إليه .

وبإفتراض أن الشكل بناء على ما هو مزود به من معارف سوف يكون (نافذة أو باب أو صورة معلقة على الحائط) .

من خلال معلومات أخرى مخزنة وموجودة فى بيانات الصورة سوف يستدعيها لإعطاء ترتيب للإفتراضات ودرجة أسبقيتها ، فيبدأ برنامج الإستكشاف فى تحقيق صحة الإفتراضات ، فإذا كانت الصورة مرتفعة عن الأرض فإن ذلك سوف يؤدى إلى بطلان فرضية أن الشكل هو باب .

ويستمر الجهاز فى اختبار الفرضين الثانيين من خلال معلومات إضافية يتحقق بها

من صحة أحد الفرضين ، ولكن ماذا لو أن الشكل لم يكن إلا لطفل شقى يلعب فى الحجرة فاختبأ من إخوته وعلق نفسه على الحائط بهذه الصورة التى أبهمت الجهاز .

عندها سوف يقوم الجهاز بإعادة القيام بعملية إفتراضات جديدة لاغيا منها الإفتراضات القديمة السابقة بإعطاء إفتراضات جديدة يقوم بإختبارها من جديد .

التطبيقات العملية

هيكل نظام المعالجة البسيط الذى يعمل فى هذا النظام يحتوى على آلة التقاط الصورة تتولى عملية نقل بيانات الصورة بتفاصيلها إلى ذاكرة الحاسب المؤقتة وتخزن فى هذه الذاكرة مؤقتا بعد تحويلها إلى صورة أرقام ثنائية حيث يتم عليها عدد من عمليات المعالجة للتعرف عليها .

يتكون هيكل مثل هذا النظام من

١ - وسيلة نقل الصورة والتى قد تكون كاميرا تلفزيونية أو أكثر أو بديل حسى ضوئى مثل الألياف الضوئية لنقل الصورة عند المدخل .

٢ - ذاكرة كبيرة لتخزين الصورة مرحليا على شكل نقط .

٣ - وسائل معالجة للصورة متعددة :

- وسائل ترشيح الصورة بإستخدام المرشحات المختلفة للتردد المنخفض والتردد العالى ومرشحات إستكشاف حدود للصورة ، وبإستخدام هذه المرشحات المختلفة يتم استخراج الصفات المميزة للصورة أولا بالتخلص من التشويه فى الصورة والناجم عن نقل الصورة بالكاميرا عن طريق عدة أساليب تقنية لتنفيذ ذلك منها جمع شدة الإضاءة لنقط الصورة المخزونة مع النقط التى تلتقطها الكاميرا مرات لتصبح شدة الإضاءة عالية القيمة للنقط الأصلية وضعيفة للنقط الناتجة عن التشويه ، وثانيا تحديد شدة إضاءة النقط على طول أى خط أفقى بالصورة كدالة فى عدد النقط المكونة لخطوطها الرأسية .
- وسائل تقطيع الصورة إلى أجزاء صغيرة وإجراء عمليات مختلفة من التكبير

والتصغير وإستخراج المساحات وتحديدها .

- وسيلة تأكيد تتولى إعادة عرض الصورة على وحدات العرض المختلفة الموصلة مع الجهاز مثل الشاشة وآلة الطباعة لإستبيان دقة الصورة بعد معالجتها .

٤ – وسيلة ترجمة الصفات المميزة إلى رموز ، وعقد المقارنة بالاستعانة بالنماذج والرموز والمسميات المخزونة فى قاعدة المعلومات الذاكرة الأساسية بالحاسب .

٥ – وحدة استخراج النتيجة والتى تشتمل على بيان تعرف الحاسب على دقائق الصورة وإتخاذ القرار .

وهكذا يستبين أنه يمكن التعرف على الصورة من الصورة الرقمية المنقولة إلى ذاكرة الحاسب والتى تحتوى على تفاصيل الصورة وخصائصها من لون وشدة إستضاءة وغيرها ، ويتطبيق أساليب البرمجة وقواعد البيانات والمعارف المختزنة فى ذاكرة الحاسب على بيانات الصورة .

ومن أمثلة هذه النظم نظام الخبرة للرؤية بالحاسب فى مجال اللغات ويمكنه التعرف على الحروف وقراءة نص غير واضح عن طريق القيام بتخزينه واجراء عمليات المعالجة عليه والتعرف على شكل الحروف المطموسة ثم إعادة كتابتها على الشاشة أو الطابعة بشكل جيد .

نظام الخبرة للرؤية بواسطة الحاسب 104X

فى الإنسان يوجد مستويان لمعالجة البيانات :

المستوى الأول وهو المستوى المنخفض للمعالجة من تعرف للإنسان على شكل بدون مجهود ، وتتحكم فى هذه العملية وحدة تحكم ليس مفروضا فيها الدقة الكبيرة والتى تتصل بمراكز الذاكرة بالمخ .

المستوى الثانى للمعالجة ويعرف بالمستوى الأعلى والدقيق والذى تتم فيه المعالجة على مستوى أعلى من المستوى الأول ، والذى يتطلب إستخدام قدرات أكبر وتعاون كل المراكز الحسية والعصبية والحركية وكذلك جميع المعلومات المخزونة بالذاكرة مثال ذلك تفكير الإنسان فى حل مسألة رياضية من قراءة لصورة حروفها وفهم معانيها والبحث عن العلاقات

بين مكونات المسألة ووسيلة إيجاد الحل لها .

نظم الخبرة للرؤية بالحاسب تطورت لمحاولة محاكاة إيجاد صورة من هذين المستويين ويعتبر نظام تحديد الأخطاء الصناعية فى الدوائر الإلكترونية المطبوعة X 104 رائدا فى هذا المجال .

يستخدم نظام الخبرة للرؤية بواسطة الحاسب X 104 فى الكشف عن وتحديد الأخطاء وعيوب الصناعة فى الدوائر المطبوعة والمصممة بإستخدام الحاسب .

يستخدم هذا النظام كاميرا تلفزيونية ماسحة تعمل عند تردد خمسة مليون ذبذبة فى الثانية ، ثم يبدأ تحليل الصورة قبل وصول الإشارات إلى الذاكرة الأساسية ، ويتم العمل فيه على مستويين كما فى حالة الإنسان .

فى المستوى الأول : يتم نقل الصورة من بعد بدقة قليلة حيث يتم التعرف على الملامح الأساسية للدائرة المطبوعة ونوعها ورقمها ومساحتها وتقوم بذلك بعض الدوائر الملحقة بالكاميرا .

فى المستوى الثانى : تقترب الكاميرا من الصورة ويتم التركيز على الصورة من قرب بدقة أكثر للتعرف على تفاصيلها الدقيقة ، بعدها ترسل بيانات الصورة إلى الذاكرة المؤقتة حيث يقوم برنامج معد لذلك بعقد مقارنة بين بيانات الصورة والبيانات المختزنة فى قاعدة المعلومات الموجودة فى ذاكرة سابقة البرمجة ، وتشتمل على التفاصيل الدقيقة والنماذج والرموز والمسميات للصورة والشروط التى تحدد العيوب ونسبة التشويه العيبى المسموح به ، ومن عملية المقارنة التى تتم يمكن تحديد عيوب الدائرة صاحبة الصورة .

وإذا تحدد العيب يقوم الجهاز عن طريق طابعة بطبع نقطة على مكان العيب فى الدائرة ثم يتولى عرض إحداثيات نقطة العيب على شاشة مزود بها الجهاز .

نظام الرؤية بالحاسب والمستخدم في الروبوت

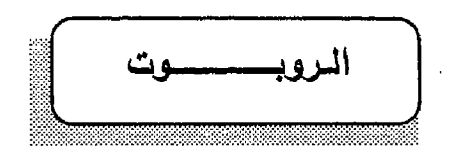
يتميز هذا النظام بالكفاءة والسرعة ويستخدم فى مصانع الطائرات حيث يقوم بلحام ألواح الصلب المستقيمة والمنحنية ، ويستخدم نظاما للرؤية يعتمد على الألياف الضوئية ، وقواعد بيانات وشروط مختزنة بالذاكرة تحتوى على نماذج للصورة قبل وبعد اللحام شاملة

الرموز والمسميات والتفاصيل الدقيقة للعملية .

يعمل النظام عن طريق القيام بتوجيه أشعة الليزر إلى مناطق اللحام عن طريق الألياف الضوئية ، وعندما ينعكس شعاع الليزر من طرفى اللوحين المطلوب لحامهما يقوم الحاسب بتحليل الصورة المنقولة عن طريق ألياف زجاجية ناقلة ، ثم يقوم الحاسب بإجراء المعالجة على الصورة المنقولة وتحديد الأطراف والمسار .

يتم بعد ذلك توجيه ذراع اللحام والمادة المستخدمة فى اللحام إلى بداية المسار والسماح بفتح دائرة كهربية لإمرار تيار كهربى عالى القيمة بحيث تتم عملية اللحام بالكهرباء.

تنقل الألياف الزجاجية صورة اللحام الذى تم إلى برنامج التحكم الذى يعالج الصورة بناء على ما هو مختزن فيه من معارف ، فتصدر الإستجابة على شكل إشارات تحكم إلى الذراع ليتقدم على المسار مسافة أخرى للحام نقطة أخرى ، فى نفس الوقت الذى يتم فيه إطلاق إشارة إلى وصلة الغاز الخامل لفتح مصدر الغاز ، وإلى وصلة الماء لفتح وصلة تيار الماء للتبريد ولمنع التلوث فى المناطق المحيطة ببقعة اللحام .



الروبـــــوت

عبر تاريخ البشر بحلم الإنسان بمزيد من الرخاء وحرية الحركة والرفاهية والراحة وإمكانية الفوز بالخدمات وأدوات الراحة بأقل مجهود ، وعندما أمكنه إختراع آلات البخار ومحركات الوقود السائل فقد خيل إليه أن عصرا جديدا من الرخاء قد بدأ بإحلال الآلات بدلا من الدواب فى أعمال النقل وأثقال الزراعة .

وعندما بداله أن الأمر لم يتحقق كما أراد وكما لو كانت الحياة لا تمضى على وتيرة التقدم الذى ينشده فقد بدأت نظرته إلى هذه الآلة تتغير ، فقد أراد لها تطويرا بأن تقوم بأشياء أخرى غير أن تكون مجرد آلات تحمل الأثقال وتنقل البشر عبر المكان إلى شتى بقاع الأرض .

من هنا بدأ التفكير فى تطوير آلاته بالبحث عن إمكانية جعلها تؤدى أعمالها بقدرات جديدة وبإمكانيات متطورة ، فعن له أن الآلات التى بحوزته سوف تكون أكثر فائدة إذا أمكن له برمجتها تحقيقا لخيالات أدباء وأحلام فلاسفة ونبؤات علماء بحيث تشبه هذه الآلات الإنسان ، وتتكون من هيكل مشابه له وتستخدم لتنفيذ العديد من الأعمال الشاقة والمرهقة والخطرة بقوة أكبر وبأداء أسرع ودون ما تعب أو كلل أو أمراض .

من هنا ظهر أسم الروبوت : وهى كلمة مشتقة من الكلمة التشيكوسلافية robota والتى تعنى العمال المجبرين ، والروبوت عبارة عن آلة تحتضن فى داخلها جهاز حاسب يجرى برمجته لكى ينفذ بعض الأعمال التى يقوم بها الإنسان .

وهناك العديد من التعريفات المختلفة للروبوت منها تعريف يقول أن الروبوت هو النظام الآلى المنقاد بالتحكم الآلى .

ويوجد تعريف آخر وهو أكثر شيوعا صدر عن جمعية صناعات الروبوت فى الولايات المتحدة الأمريكية Robotica Industries Association يعرف (الروبوت) على أنه هو المعالج الطرفى اليدوى المتعدد الأغراض والذى يمكن إعادة برمجته لتحريك المواد وأجزاء الأجهزة من خلال حركات مبرمجة لتنفيذ العديد من الأغراض .

من هذه التعريفات للروبوت يتضح أنه عبارة عن آلة يمكن برمجتها لأداء أعمال معينة وتركها تعمل بدون تدخل بشرى .

تكوين الروبوت

هدف تصنيع وحدات الروبوت هو التمكن من بناء نظام يحل مكان الإنسان فى كثير من الأعمال العضلية الروتينية والقيام بأعمال لا قدرة للإنسان على القيام بها دون مخاطرة عالية مثل نقل ومعالجة المواد المشعة أو إحضار عينات صخور من الكواكب البعيدة .

ولقد كانت النظرة البسيطة إلى طبيعية قيام نظام التحكم فى الإنسان بإدارة النشاطات العقلية والبدنية فى الجسم البشرى هى التى دعت إلى إعتبار أن أداء أى عمل بدنى يقوم به الإنسان إنما يتم بسيطرة وحدة التحكم على حركة الأطراف واستخدامها .

من ثم فإذا كان الأداء المطلوب هو نقل شىء من مكان إلى آخر فإن وحدة التحكم

(والتى نظر إليها بإعتبارها هى العقل) تقوم بإصدار الأوامر ونقلها عن طريق الجهاز العصبى (بإعتباره الجهاز الذى يتولى توزيع البيانات) إلى الجزء المناسب من الجهاز العضلى بمكوناته المختلفة لتنفيذ مهمة إمساك الشىء والقبض عليه .

ثم تصدر وحدة التحكم أوامرها المختلفة إلى عضلات أخرى للحركة من مكان إلى أخر حتى يتم الوصول إلى المكان المراد نقل الشىء إليه ، وعند الوصول إلى المكان تصدر الأوامر إلى العضلات لإطلاق سراح الشىء بقوة أو ببطء حسب الأوامر الصادرة من وحدة التحكم وبذا يتم نقل الشىء .

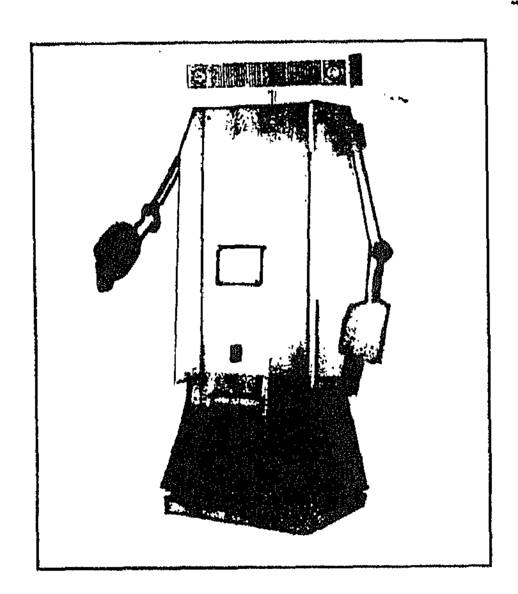
- فإذا ما نظر إلى الأمر بهذه الصورة البسيطة فإنه يمكن إعتبار أن :
- العضلات هى وسائل تشغيل
- اليد هى معالج يدوى لإمساك الشىء وإطلاق سراحه .
- وحدة التحكم هى المسئولة عن إصدار الأوامر إلى وسائل التشغيل والتى دورها تمكن المعالج اليدوى من معالجة الشىء بإمساكه أو إطلاق سراحه .
- نظام توزيع المعلومات هو الذى يقوم بتوصيل أوامر التحكم إلى وسائل التشغيل من وحدة التحكم لكى يتمكن المعالج اليدوى من الإمساك بالشىء المطلوب .
- إذا كان الإنسان يحتاج إلى الغذاء ليمده بالطاقة المناسبة لتنفيذ أعماله ، فإن الطرف الصناعى يحتاج إلى مصدر طاقة يمد مكوناته بالطاقة المطلوبة لتنفيذ الوظائف المختلفة .

إلا أن الأمر لم يكن مثل هذه البساطة فإن العقل البشرى يقوم عن طريق مجموعة الحواس بحساب المعلومات والبيانات عن أبعاد الشىء المراد إمساكه وبعده وخواصه ، وتبعا لذلك يصدر الأوامر المناسبة حسب طبيعة الشىء المراد نقله ، فإذا كان ماء فلابد من إيجاد وسيلة لتعبئته ، وإذا كان حجرا فإن الإمساك به يجب أن يتم بإسلوب لا يسبب إنزلاق غضروف ، وغيرها من تطبيق المعارف التى اكتسبها الإنسان ، وبذا لن يستفيد فقط من

حواسه التى زوده الله بها بل سوف يستفيد من معارفه وخبراته التى اكتسبها .

وبرغبة الإنسان الدائمة فى التقنين ووضع معلوماته ومعارفه على صورة نظريات لتطبيقها فقد أعطى لما يقابل نظم الحواس فى الإنسان ما أطلق عليه نظم كسب البيانات ، ولذلك فقد أراد اعطاء نظام كسب البيانات لمعداته بمدها بما يمكن أن يماثل حواس الإنسان ومنها على سبيل المثال ما يماثل أو يشابه حاسة البصر ليمكن للطرف الصناعى أن يتحرك على هداها .

يتكون الروبوت فى أبسط صورة من وسيلة تشغيل تشبه الذراع manipulator ، ومعالج طرفى يشبه اليد end effector ، وجهاز إدارة وتشغيل آليات الروبوت actuator ، والذراع يتكون من هيكل مفصلى يشبه الذراع الآدمى ليمكن منح هذه المفاصل درجات حرية مختلفة فى الحركة في أكثر من اتجاه .



روبوت مزود بمستشعرات للحرارة ومحسات للرطوبة والضغط والأجسام

درجات الحرية المطلوبة لذراع الروبوت تعتمد على العمل الذى صمم من أجله وليس لها شكل ثابت ، وتتجه التصميمات الحديثة إلى بناء اليد التى تصلح لأداء كل الأعمال وبحيث تحتوى على ما يشبه أصابع الإنسان ، وقد أمكن لبعض مصانع الروبوت فى

الولايات المتحدة الأمريكية صنع يد ذات أربعة أصابع تعتمد على نظام مفصلى معقد لكنها ما زالت عاجزة عن الحركة بصورة تقارب أحد أصابع اليد فى الإنسان لما فى الذراع الآدمى والرسغ والأصابع من دقة تكوين بالغة وحرية حركة فى اتجاهات متعددة يصعب تقليدها .

أما الروبوت الذكى فيحتوى بجانب ذلك على جهاز للإحساس sensor الذى يمكنه من إستقبال المعلومات عن البيئة المحيطة فى صورة تغذية عكسية feedback .

التحكم فى الروبوت

تقسم أنواع الروبوت من حيث طريقة التحكم فى الحركة وأداء العمل المكلف به إلى نوعين :

◆ **الأول هو النوع غير القابل للبرمجة**

ويطلق عليه إسم non servo robots ويمكنه التحرك من مكان إلى مكان آخر بيد أنه لا يحتوى على وسيلة تمكنه من تصحيح مساره أثناء حركته ولذلك يضبط له المسار الذى يسلكه بحيث لا يحتوى على عوائق .

◆ **الثانى هو الروبوت القابل للبرمجة**

ويحتوى على جهاز للتحكم فى حركته مما يوجد إمكانية لبرمجته والتحكم فى حركته.

مما لا شك فيه أن الروبوت أو الأطراف الصناعية التى تزود بقدرات نظم الكسب تختلف مما يجعل الروبوت ذكيا بإضافة بعض حواس إليه تجعله يتفاعل مع ما يحيط به ، وتمكنه هذه الحواس من إتخاذ القرار ، ومن هذه الحواس حاسة اللمس التى تعتمد على أجهزة إحساس تتنوع فى فكرتها وتتدرج فى درجة تعقيدها تبعا للإستشعار المطلوب من حرارة أو صلابة أو غيرها ، ومنها أيضا حاسة البصر بتزويد الروبوت بآلات تجعله يقدر على التقاط صورة الشىء وتحديد الأشكال التى يتعامل معها عن طريق كاميرا تلفزيونية وبرمجيات تمكن من معالجة المشاهد وإجراء تعديل لما يؤديه الروبوت بما يتناسب مع الموقف الذى تمليه عليه وحدة التحكم .

والروبوت الغير مزود بنظام لكسب البيانات يقال عنه أنه نظام الحلقة المفتوحة Open Loop System .

أما الروبوت المزود بنظام كسب البيانات فيقال عنه أنه الطرف الصناعى بنظام الحلقة المغلقة Closed Looop System .

وبهذا يغدو الروبوت المزود بنظام كسب البيانات كآلة مركبة صممت لتعمل آليا ببرامج خاصة لها تؤهلها للقيام بالعديد من الأعمال التى يصعب على البشر القيام بها من أعمال النقل ومناولة المواد والتفتيش واللحام والدهانات وأعمال الكهرباء وصناعات الزجاج داخل الأفران و مصانع الحديد والصلب والأفران والمعدات النووية .

والأبحاث التى تجرى على تطوير الروبوت إستفادت كثيرا من التطور الحادث فى مجال المكونات المادية وفى البرمجيات وخاصة فى مجالات تمييز الأهداف والأصوات وتعد اليابان من أكثر الدول hهتماما بتطوير الروبوت وخاصة تلك الموجهة فى المجال الصناعى ، ينما تعد الولايات المتحدة الأمريكية من الدول الرئيسية فى مجال تطوير الروبوت للإستخدام العسكرى .

إستخدامات الروبوت ومنافعه

◆ فوائد الروبوت متعددة عمليا وإقتصاديا وبصفة خاصة فى الأعمال التى فيها مخاطر والأماكن التى لا تلائم العمالة البشرية من حيث الحرارة أو البرودة أو الإشعاع أو السموم وغيرها ، وفى الأعمال المتكررة ، وإذا كانت المنتجات ثقيلة الوزن .

◆ إن إستخدام الماكينات المبرمجة التى تعمل آليا ويساعدها الروبوت فى تجهيز ومناولة العمليات تعد الآن النواة لمصانع المستقبل والتى تعتبر حسب تعريف الخبراء أنها مصانع تصنع وتنتج وتجمع المعدات أتوماتيكيا دون تدخل بشرى ويوجد العديد من الأمثلة لتلك النوعية من المصانع منها :

◆ فى اليابان مصانع سيكو SEIKO للساعات والتى تقوم بإستخدام عمليات آلية بنسبة ١٠٠ ٪ لتجميع الساعات لا تعتمد على تدخل بشرى من أى نوع فى أى مرحلة من مراحل الإنتاج .

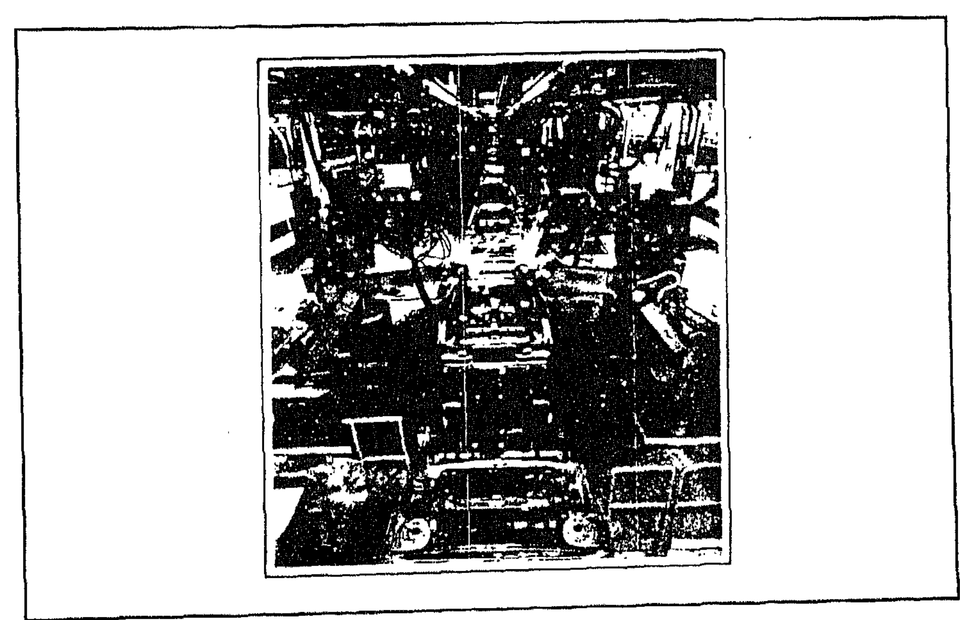
تجربة المشروع القومى اليابانى الخاص بمنهجية المصانــع التــى تعمــل آلــيا " METHODOLOGY OF UNMANNED MANUFAC " . ويعمل هذا المشـروع بواسطة مجموعة من عشرة أفراد فى مشروع كان يحتاج إلى ٨٠٠ فرد ، ويقوم بانتاج ألفى جزء مختلف من أجزاء الماكينات وتجميعهم لإنتاج خمسين منتجا كاملا من المجمعات التى تستعمل لماكينات التشغيل من صناديق التروس وخلافه .

المشـروع الأمريكى الخاص بمصانع شركة بوينج للطائرات والذى تم العمل به فى عام ١٩٨٥ وهو خاص بالصناعات المعدنية الخاصة بأجسام الطائرات والذى يتلخص فى إستقبال الخام وتصنيفه ومناولته بواسطة الروبوت إلى ماكينات التشكيل والمكابس لتجهيزه وتصنيعه إلى المنتج المطلوب حتى يخرج منتجا منتهيا دون تدخل بشرى إلا للمراقبة فقط ، وهذا المشروع خفض وقت التجهيز والإعداد للعمليات من ٢٧ أسبوعا إلى ٢٧ دقيقة فقط .

وقد استخدام الروبوت في مجالات الصناعة فى :

أعمال المناولة وتحميل الماكينات :

بنقل الأدوات والأجزاء من مكان لآخر لمختلف المقاسات والأحجام ونقل الأجزاء من



استخدام الروبوت فى الثقب واللحام فى مصانع السيارات

وإلى الماكينات ثم إلى المخازن المعدة لذلك وتحميل الماكينات بما يشمل من عدد القطع والمكابس والأسطمبات وماكينات سباكة المعادن والسباكة فى القوالب المعدنية والحقن وماكينات التشغيل الأخرى ، وفى معظم الأحيان يبرمج الروبوت ليقوم بمناولة الخام إلى الماكينات أو إلى عدة ماكينات فى أوقات مختلفة .

الـرش والدهانات :

للقيام بأعمال الرش والدهانات وخاصة فى صناعة السيارات بأجهزة الروبوت وأذرعتها وتبرمج الذراع لتتحرك في خلال عمليات متتالية ومستمرة لإكمال دورة الدهان المطلوبة .

أعمـــال اللحـام :

تقوم أجهزة الروبوت بأغلب اللحامات وخاصة لحام البقعة SPOT WELDING أو تلحق بأذرع الروبوت أدوات اللحام لتقوم بإتمام عملية اللحام المطلوبة .

أعمال التجميـــع :

تقوم أجهزة الروبوت بعمليات التجميع المختلفة وبعض عمليات التشغيل الخفيفة .

صناعة الزجـاج :

يستخدم الروبوت فى صناعة الزجاج نظرا لخطورة العمل ودرجة الحرارة المرتفعة وبإستخدام الروبوت أصبح فى الإمكان العمل على فترات زمنية طويلة وإنتاج أكثر من ٣٦ نوعا مختلفا من المنتجات الزجاجية ، وقد تم تحقيق إنتاجية قصوى فى هذه الصناعة مع الدقة المتناهية ، وأصبح معدل المنتجات المرفوضة قليلا جدا .

كما استخدم الروبوت فى الزراعة فى :

روبوت أعمال الفلاحة .

جربت منذ ١٩٧٨ بمدينة مونبلية أول روبوتات زراعية خاصة جرار الحرث الذى يعمل بمعاونة مجسات استشعار خاصة بتحديد خطوط الحرث أو بإستخدام شواخص ارشادية موضوعه حول حافة الحقل .

روبوت حصاد البنجر

مؤسسة LAFORGE التى تصنع حصادات البنجر صممت ماكينة آلية التشغيل لفرز عينات البنجر فى الحقول تنحصر مهمتها فى أخذ عينات لتقييم المحصول القادم من قطاعات مختلفة بالحقل وذلك يهدف إلى اجراء الحسابات المتعلقة بأسعار الشراء الاجمالى للإنتاج .

روبوت جمع الزعفران

ويعتمد فى آدائه على مجسات أشعة تحت الحمراء لرصد مواقع الزهور على التربة ثم يتولى قطفها بسلاح قاطع .

روبوت لتقطيع الكروم

مركب فوق عربة ذاتية الحركة مصنوعة من مواد مركبة خفيفة الوزن والذراع المزود بها الربوت تحمل قرصا وكاميرا وسبق لها أن مرت بتجارب من جانب " LARFRA " وتستطيع الآلة تقطيع الكروم من خلال عملية معقدة تأخذ في الإعتبار كل قضيب من الكروم مع حساب قطره قبل اجراء القطع ، ويقوم الروبوت مسبقا بإجراء فحص كامل للجذع من أعلاه إلى أسفله وكذلك بالنسبة للأفرع بالإستعانة بكاميرا ، وهو يحسب متوسط الأقطار المختلفة ثم ينفذ عملية التقطيع بعد حساب قوة كل ساق .

جمع التفاح بالروبوت

حققت شركة « سيما جريف » نتائج واعدة وسوف تدخل روبوتاً للخدمة بمزرعة فواكه تجريبية بمدينة « مونبليه » ويدعى MAGALI مصمم بحيث يمكنه التجول بمفرده بين صفوف و أشجار التفاح ثم يتولى تحديد الثمار الناضجة فيما بين الأوراق بواسطة الكاميرا، ويتم القطف بواسطة ذراع مفصلية مزودة فى نهايتها بملقاط متأرجح .

روبوت الغابات

تشكل الغابات مجالاً واسعا لإستخدام الروبوت الخاص بتقليع الأشجار الجافة وهو مشروع ' Berf " الذى يهدف لتسويق آلة ذات تشغيل آلى مستقل مزودة بذراع لتقطيع الجذوع الخشبية .

الروبوت فى المجال العسكرى

يوجد أكثر من أربعين شركة أمريكية متخصصة فى تطوير أجهزة روبوت ذكية ذات تطبيقات عسكرية تستخدم فى مجال المراقبة والتجسس وتعبئة العتاد للمدافع وتنفيذ بعض المهام فى الظروف البيئية غير المناسبة وفى أعمال أبحاث الفضاء .

الـروبـــوت فـــى التــــدريب

يتم تدريب الطلاب والدارسين على أعمال الروبـــوت فـــى الكليات والمدارس على روبـــوت تعليمـــى ويستخـــدم الروبـــوت Elami Jr(386) للأطفال وهو جهاز يتحرك فى مستـــوى واحـد ولا يمكن التحكم فى أطرافـه ، ولتدريب طلبـة الكلـــيات يتـوافـر الروبـوت Move master Robot RM-101 وهو جهاز ثابت القاعدة ويتم التحكم في حركة طرفه .

بـرمجـــةالـــروبـــوت

ينفذ الروبوت البرامج المخزنة به طبقا لخطوات البرنامج أو تبعا لبيانات أجهزة الإحساس التى تنقل إلى وحدات التحكم فيه لتفسيرها وإعطاء الإستجابة المبرمجة لها ومن طرق البرمجة المستخدمة :

١ – أنظمة برمجة بالتوجيه Guiding Systems

٢ – أنظمة برمجة بلغة الروبوت Robot-Level Programming

٣ – أنظمة برمجة بالأعمال Task-Level Programming Systems

* البرمجـــة بالتوجيـــــه

تعتبر هذه الطريقة من أقدم طرق البرمجة والأكثر انتشارا ، وتتم بتحريك الروبوت بطريقة يدوية إلى كل مكان مطلوب الوصول إليه ثم يتم تسجيل احداثيات هذه الأماكن ، كما يتم تحديد العملية المطلوبة فى كل مكان من هذه الأماكن وبذا تتوافر احداثيات المكان ونوع العملية المطلوبة عند هذا المكان ، ويتكون البرنامج من مجموعة احداثيات مسجلة وإشارات يتم بناء عليها إعداد الأجهزة الخارجية .

عند تنفيذ البرنامج يتحرك الروبوت إلى الإحداثيات المسجلة فيه ، ثم عند إحداثيات معينة وهى التى تم تسجيلها يقوم التحكم بإصدار الإشارات اللازمة للأجهزة الخارجية لتنفيذ العملية المطلوبة .

تتميز هذه الطريقة بالسهولة وقلة التكاليف ولا تحتاج لجهاز كمبيوتر عام الغرض (general-purpose computer) لإجراء البرمجة .

ويعيبها أن لها حدودا معينة بالنسبة لإستخدام أجهزة الإحساس (sensors) ذلك أنه أثناء عملية التوجيه يقوم المبرمج بتحديد سلسلة واحدة من الخطوات للربوت (single se-quence) وبالتالى فلا توجد حلقات تكرارية (loops) ولا يمكنه وضع شروط (conditions) ولا حسابات (computations) العملية لذا فهى لا تصلح فى التطبيقات التى تحتاج إلى الإستجابة لأجهزة إحساس أو القيام بعمليات حسابية .

* البرمجة بلغة الروبوت

لغات برمجة الروبوت هى لغات برمجة تشبه لغات البرمجة العادية لأجهزة الكمبيوتر وتتميز بإمكانية قراءة بيانات أجهزة الإحساس المتصلة بالروبوت مما يمكن من إستخدام البيانات فى تعديل حركات الروبوت لزيادة مجالات إستخدامه .

ويعيبها الإحتياج إلى متخصص برمجة الحاسبات وفى تصميم الحركة بناء على بيانات جهاز الإحساس ولا يمكن لعامل بسيط أن يقوم ببرمجة الروبوت بها .

توجد لغات متعددة لبرمجة الروبوت منها :

لغات WAVE , PAL , AML , VAL , AL , ACL، وتتيح بعض نظم الروبوت لغات برمجة بأوامر تمكن من الوصول لأجهزة الإحساس وتصف حركة الطرف الصناعى .

* البرمجة بلغة الأعمال

لتيسير برمجة الرووت دون ضرورة التخصص فى البرمجة وفى استخدام أجهزة الإحساس تستخدم طريقة البرمجة بالأعمال ، ونظرا لوجود برنامج يعرف بإسم مخطط الأعمال "task planner" يتم تحويل الأعمال المحددة المطلوبة إلى خطوات محددة

للروبوت وبالتالى لا تعتمد البرمجة على روبوت معين ذلك أن المبرمج ما عليه إلا أن يكتب العمل المطلوب بلغة ميسرة فيقوم البرنامج بالتوصيف الهندسى الكامل للروبوت والوسط المحيط به ومعلومات حركة أجزاء الروبوت وخصائص وإمكانيات أجهزة الإحساس المتصلة به، وهو ما يعطى البرمجة سهولة ويسرا .

مثال لأحد أجهزة روبوت التدريب

المواصفات العامة :

المعالج الدقيق المستخدم فى أغلب الأجهزة التعليمية المتحركة يكون فى الغالب معالج دقيق من نوع 8 - bit ، وبالأجهزة من هذا النوع ذاكرة تشغيل فى حدود ١٦ كيلو بايت وذاكره ثابتة لتخزين البرامج تصل فى بعض الأحيان إلى حوالى ٨ كيلو بايت وفى بعض أجهزة الأطفال قد يتواجد معالج كلام وذاكرة ثابتة تحتوى على مفردات الحديث قد تصل إلى ٣٢ كيلو بايت .

وسائل إدخال البرامج للأجهزة المتحركة قد تكون على شكل لوحة مفاتيح مثل تلك المستخدمة فى أجهزة الكمبيوتر ، وفى الأجهزة الثابتة تبرمج عن طريق حاسب شخصى أو لوحة مفاتيح متكلمة حيث تنطلق من سماعة الجهاز كلمة مرادفة للمفتاح الذى يتم ضغطه .

وتدعم بعض الأجهزة المتحركة بأجهزة إحساسٍ يمكن بواسطتها استشعار الأشياء فى مسار الجهاز أثناء حركته .

تغذى الأجهزة الثابتة القاعدة بالتيار الكهربى المنزلى ، وتحتوى على وحدة تغذية لامداد الجهاز اللازمة ، وتغذى الأجهزة المتحركة ببطاريات يعاد شحنها .

تحتوى معظم الأجهزة المتحركة على برنامج داخلى يتيح معرفة إمكانيات الجهاز وإجرآء الإختبارات له عن طريق أحد المفاتيح التى يتم الضغط عليها فيتم تنفيذ هذا البرنامج .

عند قيام المبرمج بكتابة أمر أو توجيه خاطىء إلى الآلة فإن الآلات مزودة ببرنامج يمكن من إعطاء وسيلة إظهار خطأ البرمجة والتى قد تكون لمبة بيان أخطاء تضىء عند

وجـود خطأ Error lamp أو عن طريق رسـالة على وحـدة العـرض Display Unit أو عن طريق نطق كلمة Error عند وجود معالج كلام في الجهاز .

طــرق البرمجــة :

من لغات البرمجة المستخدمة

- لغة التجميع Assembly Language للمعالج الدقيق المستخدم .
- لغات المستوى العالي مثل بيسك وفورتران وتعتبر أدوات الحركة فى الجهاز كنوع من الوحدات المحيطة التى يتم اعطاؤها الأوامر .
- لغات خاصة تستخدم أوامر خاصة بالجهاز موضحة فى جدول للأوامر موجود مع الجهاز مثل أوامر الكلام وأوامر الحركة وأوامر سرعة الحركة .

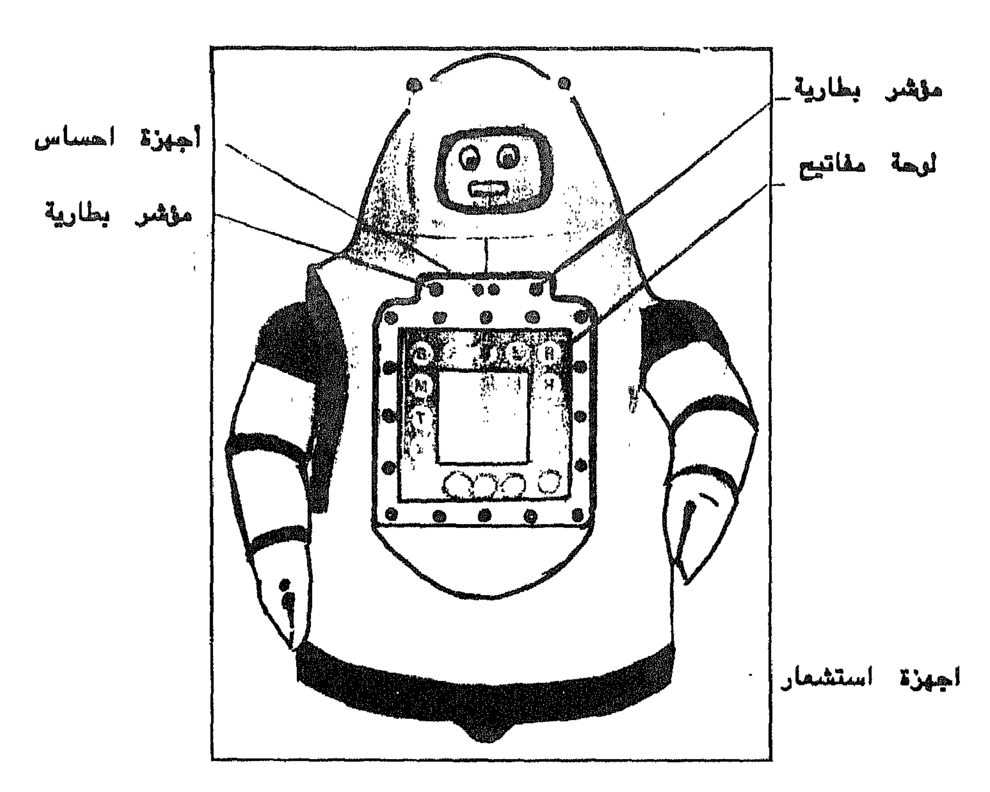
تختلف أوامر كل جهاز بناء على إمكاناته ، ويتضمن جدول الأوامر فى اللغات الخاصة به أوامر الكلام وأوامر خاصة بالحركة وأوامر خاصة بسرعة الحركة وأوامر تشغيل مثل (فى أحد الأجهزة على سبيل المثال) ::

- الأمر G لتنفيذ البرنامج الذى تم كتابته .
- الأمر P الذى يعيد تنفيذ البرنامج بخطوات عكسية بعد التفات الجهاز .
- الأمر D الذى يقوم بإختبار الجهاز عن طريق برنامج ثابت داخل الجهاز .

يتشابه أسلوب كتابة البرامج فى معظم الأجهزة ولا يختلف أيضا أسلوب تشغيلها اللذين يتشابهان مع أسلوب كتابة البرامج وتشغيلها على الحاسبات ويحتوى كتاب دليل المستخدم للجهاز أمثلة توضح طرق تشغيله وكيفية تنفيذ الأوامر .

الروبوت يمشى :

آلات عديدة تقلد الطبيعة فى حركتها من بينها الطائرة ، لكن المشى بقى مستعصيا على التقليد ، وقد أمكن بناء آلات متعددة لتمثيل الحركة عند الإنسان والحيوان ، منها السداسية الأرجل التى صممت بغرض استقصاء نوع آلية الحركة عند الحشرات حيث لا



روبـرت يمكـن برمجتـه

توجد هناك حاجة للعناية بمسألة اتزان الجسم عند حركته ، ومنها آلات أخرى لها رجل واحدة فقط تتحرك وثبا ، والغرض منها المساعدة فى دراسة أمور الإتزان وفهمها ، وقد سمى النوع الأول من الحركة بالزحف لتمييزه عن كل من المشى الذى يتطلب الإتزان ، والركض الذى يتضمن فترات من التحليق أيضا ، وبالطبع فقد أنتجت آلات تتحرك على عجلات .

أسهمت الأبحاث فى فهم الكيفية التى يتم بها الزحف والمشى والركض عند الإنسان وسائر الحيوانات ، فخلافا للعجلة التى تغير نقطة استنادها بصورة مستمرة وتدريجيا أثناء حملها لوزن ما ، فإن القدم تغير نقطة استنادها دفعة واحدة بصورة متقطعة ، ويجب ازاحة الحمل عنها لأداء ذلك ، ولكي يقوم جسم ذو أرجل بالزحف أو المشى أو الركض فعلى كل رجل أن تمر بفترات تحمل فيها ثقلا أثناء استنادها على الأرض ، وفترات أخرى يرفع فيها الثقل عنها فتترك حرة الحركة في تناوب دورى بين الحالة التى تحمل ثقلا وتدعى السكون ، والحالة غير المثقلة التى تدعى الانتقال .

ربما تقود الأبحاث فى نهاية المطاف إلى تطوير آلات قادرة على الزحف والمشى وتخطى الحواجز والركض فى كل الأماكن الرخوة والوعرة التى تعوق حركة العربات مما يؤدى لتطبيقات مفيدة فى المجالات الصناعية والزراعية والعسكرية إذ ستتمكن هذه الآلات من اختيار مواضع أقدامها .

من الناحية النظرية يمكن لأداء العربات ذات الأرجل أن يتأثر إلى حد كبير بالتحكم فى حركة الأرجل والتنسيق بينها بواسطة برامج تحكم وتوجيه معقدة تصمم بحيث تكون جزءا رئيسيا من مكونات هذه الآلات ، ويمكن أن يتم التحكم فى الحركة بوجود نظام إتزان ديناميكى فى حالة المشى والركض ، أما بالنسبة للزحف فلا حاجة للإتزان لأن وجود ستة سيقان أو أكثر يمكن من نشر ثلاثة منها على الأقل لتشكل نصب استناد ثلاثى .

ويمكن بناء آلة زاحفة رباعية الأرجل لا تحتاج لإتزان ديناميكى إلا أن أداءها سوف يكون غير ملائم نظرا لتحويل وزنها من مكان إلى آخر عند كل خطوة تلافيا لإنقلابها ، فالأداء على نحو مرض دون الحاجة لإتزان فعال يتطلب ست أرجل على الأقل ، فهذا هو

أقل عدد من الأرجل يستطيع توفير استناد ثلاثي متزن بشكل دائم ، وقد تم فعلا تصميم عدة آلات سداسية الأرجل تختلف فى حجمها وتصميمها وتعتمد كلها على تحكم الحاسب فى ضبط حركة أرجلها .

يقوم برنامج الحاسب المتحكم فى مثل هذه الآلة بأداء خمس وظائف أساسية :

.. **الوظيفة الأولى** هى مشية الآلة ، أى (التسلسل ، والطريقة) اللتين تشترك بهما الأرجل فى أداء مهمة الحركة فالآلات السداسية الأرجل تمشى برفع كل رجل على حدة أو كل اثنتين أو ثلاث منها معا .

.. **الوظيفة الثانية** هى حفظ الآلة من الإنقلاب ، فإذا ما تعدى مركز ثقل الآلة قاعدة الإستناد التى تشكلها الأرجل فستنقلب تلك الآلة حتما ، لذا يجب على الحاسب متابعة موقع مركز ثقل الآلة بالنسبة لمواقع الأقدام ، وذلك للتأكد من كفاية سعة قاعدة الإستناد بشكل دائم .

.. **الوظيفة الثالثة** هى توزيع الأحمال على أرجل الاستناد المختلفة ففى مشية ذات استناد ثلاثى يتحدد توزيع حمل الإستناد بالترتيب الهندسى للأرجل ، وعند اشتراك أكثر من ثلاث أرجل فى الإستناد فعلى حاسب التحكم أن يقرر الطريقة التى يتم بها توزيع الحمل من أجل تحقيق مشى غير مصحوب بارتجاج ، وجعل المضايقات الناتجة عن وعورة الطريق أقل ما يمكن وعلى برنامج التحكم أن يوزع القوى الجانبية الواقعة على الأقدام .

.. **الوظيفةالرابعة** هو التأكد من عدم تجاوز الأرجل حدود حركتها ، إذ أن التوزيع الهندسى لأماكن الأرجل قد يسمح لإحداها بالإصطدام بغيرها ، وعندما يصبح التصادم بين الأرجل ممكنا ، فعلى برنامج الحاسب أن يحد من حركتها كيلا يقع أذى نتيجة للتصادم .

.. **الوظيفة الخامسة** تتعلق بإختيار أماكن مناسبة للخطو من شأنها توفير الإستناد اللازم ، ومع أنه يسهل تنفيذ هذه الوظيفة فى الأراضى المستوية إلا أنها تصير صعبة فى الأراضى الوعرة ذات التضاريس المختلفة ، ومن الممكن

إضافة نظام مسح أرضى يقوم باستطلاع تضاريس الأرض أمام العربة وعلى الحاسب إختيار مواطىء مناسبة للأقدام ، ببناء نموذج رقمى داخلى يمثل تضاريس الأرض لتقدير المواطىء المحتملة للأقدام .

قام العالم سوزرلاند بناء آلة زاحفة سداسية الأرجل تدار هيدروليكيا وتستمد قوتها من محرك يعمل بالبنزين فى حين تقوم مشغلات هيدروليكية بتحريك الأرجل ، ونظرا لوجود ست أرجل ، فليست الآلة حاجة لإتزان ديناميكى .

ويتم ضبط حركة الأرجل بواسطة معالج دقيق يتحكم فى فتح أو قفل الصمامات التى تنظم تدفق الزيت نحو المشغلات الهيدروليكية وتقوم المستشعرات فى كل رجل بإبلاغ المعالج عن موضع الرجل والقوى المؤثرة عليها ، وهذه الآلة مصممة للسير بسرعة ميلين فى الساعة.

ويمكن لكل رجل من أرجل الآلة أن تتحرك إلى الأمام والخلف وإلى أعلى وأسفل حول مفصل الفخذ العمومى الذى يربطها بهيكل الآلة ، ويتم تنفيذ هذه الحركات بإطالة أو تقصير المشغلين الهيدروليكيين لكل رجل ، والمرتبين فوق الرجل على شكل ٧ ، وتثبيت الصمامات بأحد الأوضاع يتيح للزيت المتدفق من أحد المشغلين بدخول الآخر ، الأمر الذى يترتب عليه إطالة المشغل الثانى بالمقدار نفسه الذى يقصر به المشغل الأول ونظرا لترتيب محاور الإرتكاز ، فإن هذا الإرتباط يوفر حركة أفقية للرجل .

إن مد الحركة الأفقية بالقوة اللازمة أو فصلها عنها يتم تبعا لأوضاع الصمامات إذ يؤدى ذلك لإستخدام بعض الأرجل فى دفع الآلة للأمام ، فى حين تترك الأخرى حرة الحركة إلى الأمام أو الخلف تبعا لحركة الأرجل التى كانت على الأرض تؤدى مهمة الدفع قبلها لذا فليس على حاس التحكم أن يحس بدقة تلك اللحظة التى يجب أن تلمس بها رجل الأرض ، أو تفاصيل الحركة اللازمة للحصول على حركة سلسة للأمام وقت ملامستها للأرض .

ويتم توفير القوة اللازمة لحركة مفصل الركبة فى كل رجل بواسطة مشغل هيدروليكى منفصل يرتكز أفقيا على إمتداد الرجل ، ويمكن تشغيله فور إرتفاع الرجل لتضع القدم جانباً استعداداً للخطوة التالية ؛ وعند وجود القدم على الأرض يجب أن يتحرك مفصل

الركبة قليلا ليلائم ما بين المسار الدائرى للركبة حول الفخذ والمسار ، وبهذه العربة مضخة هيدروليكية إضافية تقوم بتوفير حركة جانبية جماعية لكل مفاصل الركب .

ويتحكم سائق العربة البشرى فى تنظيم كمية الزيت المناسبة فى الجهاز أثناء العمل، ليستطيع التحكم فى إزاحة المضخات الهيدروليكية ليمكن للعربة الإستدارة والسير للخلف بعكس إتجاه إنسياب الزيت ومعدل إنسيابه ، كما يمكنه التحكم فى ضبط وضع إنتصاب العربة والمسافة التى تفصلها عن الأرض لجعل العربة تتوجه إلى اليسار أو إلى اليمين ، كما يستطيع السائق أن يغير أماكن استناد عمودية مختلفة للأقدام الأمامية والخلفية ، مما يجعل العربة تنحنى للأمام أو للخلف ، ويحاول المصمم جعل العامل البشرى يتحكم في تحقيق موضع دقيق للأقدام يسمح بعمل العربة فى الأراضى الوعرة .

أما فيما يتعلق بالمشى والركض ، حيث يلعب الإتزان فيهما دورا هاما فإن هناك إختلافان أساسيان بين عربة زاحفة ذات اتزان ساكن استاتيكى ، وأخرى ذات إتزان متحرك ديناميكى .

الإختلاف الأول يكمن فى إستقرار الإتزان فالعربة الزاحفة تكون مستقرة الإتزان إذا ما وفرت أرجلها استنادا ثلاثيا على الأقل بصورة دائمة لضمان عدم إنقلابها ، أما العربة التى تمشى أو تركض محتفظة بإتزان ديناميكى فيجب أن تتوفر لها وسيلة إستناد ملائمة فى أثناء حركة الركض أو المشى كما هو الحال فى الإنسان الذى تتناوب رجلاه لمس الأرض، لتوفير قاعدة إستناد للجسم مع الحركة في كل الوقت .

والإختلاف الثانى بين الإتزان الإستاتيكى والإتزان الديناميكى يكمن فى أنه يجب الأخذ فى الحسبان عامل السرعة فى حساب الإتزان ، ويظهر ذلك عند تناول السرعة وكمية الحركة فالإتزان الإستاتيكى مبنى على إفتراض أن توزيع أرجل الإستناد وموقع مركز الثقل كافيان لتحديد إستقرار الإتزان ويتجاهل حركة العربة ، ولذا تكون الحسابات المتعلقة بالإتزان فى هذه الحالة غير كافية لتطبيقها فى حالة الإتزان الديناميكى ، فمثلا يمكن لعربة سريعة أن تنقلب للأمام إذا ما وقفت فجأة وكان مركز ثقلها قريبا جدا من الأرجل الأمامية .

من أجل دراسة أمور الإتزان فى أبسط أشكالها قام العالم « ريبرت » مع زملائه فى

جامعة كارينجى ميللون ببناء آلة ذات رجل واحدة تشبه العصا وتركض مثل الكنغر عبر سلسلة من الوثبات بتحكم حاس فيها وتتألف من جزأين رئيسين هما :

١ - جسم يشكل هيكل الآلة الرئيسى وفيه المكونات والمستشعرين الإلكترونية .

٢ - رجل ذات آلية بسيطة تمكنها من تغيير طولها على إمتداد محورها ، وتسمح بالدوران بالنسبة للجسم حول مفصل فخذ ، وهى تدفع بفعل زنبرك ذى توتر يمكن تعديله على شكل اسطوانة هواء يتم التحكم فى ضغوطها بواسطة مستشعرات ودوائر إلكترونية بما يشبه رجل الإنسان بعضلاتها وأوتارها المرنة ، وتقع فى أسفل الرجل قدم صغيرة .

الحركة المفصلية للرجل يمكن ضبطها بواسطة مشغل يعمل بالهواء المضغوط ويؤثر بعزوم لى فى مفصل الفخذ ، ويقوم صمام فتح وإغلاق بسيط بالتحكم فى زنبرك الرجل ، أما التحكم بزاوية دوران المفصل فيتم بواسطة أداة تغذية خلفية تتناسب إستجابتها مع قوة الإشارة التى ترد إليها .

يقوم جيروسكوب بقياس درجة ميل الجسم ليمكن لحاس التحكم الإبقاء علي الجسم في وضع مستو ، وتقوم مستشعرات أخرى بقياس زاوية الفخذ وطول الرجل وضغط الهواء فى زنبرك الرجل والزاوية ين الرجل والأرض وقوة إتصال الرجل بالأرض .

تتحكم فى ضبط حركة الآلة ثلاث دوائر تحكم منفصلة ، تتحكم الأولى فى الحركة الإنتقالية ، وتتحكم الثانية في الإتزان ، وتتحكم الثالثة فى انتصاب الجسم ، وتعمل كل منها متزامنة مع حركة الوثب الأساسية .

يقوم كل من ريبرت وسوزلاند بناء آلة مشابهة تستطيع الإتزان فى أبعاد ثلاثة وتكون قادرة على الحركة فوق أرضية خالية من الحواجز بتقسيم حركة الركض إلى التحكم فى الإرتفاع ، وفى الإتزان ، وفى إنتصاب الجسم بما يسمح بالوصول إلى نظام تحكم بسيط بعض الشىء يسمح للآلة الإتزان والركض فى آلات ديناميكية الحركة لها أكثر من رجل واحدة .

بالنسبة لآلة ذات أربع أرجل فيمكن إستعمال عدة تسلسلات لنشاط الأرجل ، وأبسط هذه التسلسلات أن تثب على أرجلها الأربع دفعة واحدة ويمكن فى هذه الحالة أن تستعمل الآليات التى تتحكم فى حركة الوثب فى الآلة ذات الرجل الواحدة عند وثبها كما يمكن لها القيام بمشية أخرى بأن تثبت على أزواج من الأرجل متقابلة قطريا ويمكن الوصول إلى تنفيذ العدو بهبوط الأرجل متقابلة قطريا ويمكن الوصول إلى تنفيذ العدو بهبوط الأرجل الخلفية قبل الأمامية بفترة وجيزة مع السماح بتغيير وضع انتصاب الجسم أثناء الإنطلاق وفى السرعات العالية ، تتحرك أرجل العربة إلى الأمام وإلى الخلف بسرعة .

مع الإعتقاد بإمكان ألة رباعية الأرجل تكون قادرة على الركض وفق أى من المشيات العادية فهناك العديد من المشاكل المتعلقة بكيفية بدء حركة الآلة ، وإيقافها ، وإختيار مشيتها ، لا تزال بحاجة للوصول إلى حلول لها والمسألة الأكثر صعوبة تكمن فى كيفية إختيار مواضع أقدام الألة ، إذ أن وظيفة الرؤية التى تعطى القدرة على إختيار المواضع الملائمة للأقدام لا زالت غير مفهومة تماما .

إلا أنه يمكن القول بأنه نظرا للتقدم الكبير الذى أحرزته البشرية فى الحاسبات بما يمكن معه من بناء أنظمة تحكم مناسبة للعربات ذات الأرجل ، فإنه يمكن النظر بكثير من الجدية إلى العربات ذات الأرجل كبدائل توفر درجة عالية من حرية الحركة وقد قامت « وكالة مشاريع الأبحاث المتقدمة للدفاع الأمريكية » بدعم البحث المتعلق بتطوير مثل هذا العربات لإستخدام هذه العربات فى المجالات العسكرية .

تعلم الآلة
Maachine learning

تعد صفة (القدرة على التعلم) واحدة من أكثر صفات تعريف السلوك الذكى أهمية ، وتتضمن عملية التعلم أمورا عديدة منها إكتساب معرفة جديدة وتطوير مهارة الإستدراك من خلال التطبيق العملى وإكتشاف مهارة جديدة عن طريق الملاحظة والتجربة .

الحاسبات لا يمكن إعتبارها (ذكية) إلا إذا كانت لها القدرة على التعلم بما يشمله ذلك من القدرة على عمل أشياء جديدة والتكيف مع مواقف جديدة بدلا من أن تقوم بتنفيذ كل عمل تؤمر به دون إستفادة .

كان هذا المجال منذ بداية عصر الحاسبات ومازال من أكثر المجالات التى شغلت بال العاملين والعلماء الباحثين فى مجالات الذكاء الإصطناعى بيد أن هذه الأبحاث إصطدمت بمعوقات كثيرة من أهمها أن صفة التعلم عند الإنسان هى صفة فطرية خلقية فى أساسها وليست عملية ميكانيكية يمكن برمجتها .

أتجهت آمال الباحثين إلى محاولة إضفاء قدر معين من القدرة على التعلم على برمجيات الحاسب ، وجرت أبحاث الذكاء الإصطناعى فى مجال تعلم الآلة Ma- chine learninng فى إتجاهات متعددة تبعا للاستراتيجية المستعملة فى التعلم .

فبعض الاستراتيجيات تتطلب من المتعلم بذل قدر من الاستنتاج بينما البعض الآخر لا يتطلب من المتعلم أى استنتاج عند اكتسابه المعرفة وبصورة عامة يمكن القول بأن استراتيجيات التعلم فى الذكاء الاصطناعى تصنف إلى خمسة أنواع هى :

١ - التعلم الأعمي أو الأصم Rote Learning

عن طريق حشو الآلة بالمعلومات والبيانات والمعارف للمواقف المختلفة ولا يحتاج المتعلم فى هذا الصنف إلى بذل أى جهد استنتاجى على الإطلاق ، وتمثل البرمجة المتبعة حاليا للبرمجيات أحد الأمثلة على ذلك .

٢-التعلم من خلال الإيعاز Learning From Instructions

وفيها يكتسب المتعلم المعرفة من مصدر من مصادر المعرفة (مثل المعلم أو المدرس أو المصادر الأخرى للمعرفة كالكتب والمجلات) ، ويتطلب الأمر من المتعلم فى هذه الحالة تحويل هذه المعرفة إلى صيغة تناسبه ، وربط المعلومات الجديدة بالمعلومات السابقة التى يمتلكها لكى يستطيع الإستفادة منها .

فى هذه الحالة يبذل المتعلم قدرا معيناً من الإستنتاج ، ولما كانت هذه الطريقة هى

الشائعة على المستوى التعليمى فإن الأبحاث فى مجال تعلم الآلات تهدف إلى بناء نظم يمكنها إستلام المعارف عن طريق الإيعازات والنصائح وخزنها ومزج المعلومات المحتواة بها مع هذه المستجدات وتطبيق هذه المعرفة المكتسبة صورة فعالة لزيادة قدرتها على الإستنتاج .

٣ - التعلم عن طريق التناظر Learning by Analogy

بقدرة المتعلم على إكتساب معرفة جديدة لمجابهة موقف جديد يحمل تشابها قويا مع موقف سابق مشابه تمت مجابهته ، مثل الطالب الذى يتبع أحيانا أسلوب التناظر لحل مسألة جديدة من خلال مناظرتها بمثال مشابه محلول .

يحتاج هذا الإسلوب إلى بذل جهد استنتاجي بما يتطلبه ذلك قيام المتعلم بإسترجاع بعض معلوماته السابقة ذات العلاقة وتحويلها وتطبيقها على الموقف الجديد وخزنها للإستفادة منها في مواقف مقبلة .

تجرى أبحاث الذكاء الأصطناعى فى هذا المجال لتطوير برامج لها القدرة على تنفيذ أعمال تحمل تناظراً كبيرا مع العمل الذى صمم من أجله البرنامج .

٤ - التعلم من الأمثلة Learning From Examples

يسمى هذا الصنف أحيانا بالتعلم الإستقرائى أو التفاعلى Inductive Learning وفيه يقوم المتعلم بإستنتاج مفهوم عام أو فكرة عامة من خلال اعطائه أمثلة للمفهوم وأمثلة مضادة عن ذات المفهوم أو الفكرة .

فمثلا لتعليم المتعلم المفهوم العام لشجرة الأرز يمكن اعطاؤه أمثلة للأشجار ولأشياء أخرى مثل أعمدة الهاتف وأبراج الكهرباء ثم إخباره عن أى منها يمثل شجرة الأرز .

ويستخدم فى هذا الصنف أسلوب التجربة الواحدة One - trial وفيه تعطى الأمثلة دفعة واحدة إلى المتعلم ، أو يستخدم أسلوب المحاولة التدرجية Incremental وفيه يتطلب الأمر من المتعلم أن يقوم بتكوين بعض الإفتراضات من خلال البيانات المتوفرة لديه ثم تنقيحها بعد إستلامه لأمثلة إضافية ، وتحتل أبحاث التعلم

الإستقرائى حيزا كبيرا من مجمل الأبحاث الجارية فى حقل تعلم الآلات .

٥ - التعلم من الملاحظة والإكتشاف

Learning From Observation & Discovery

يسمى هذا التعلم أيضا بالتعلم الخالي من التوجيه Unsupervised Learning ويتطلب من المتعلم جهدا كبيرا من الإستنتاج أكبر بكثير مما فى الحالات السابقة ، ويقوم المتعلم فى هذه الحالة بإختيار معلوماته الخاصة فى محاولته لإكتشاف معايير يمكن من خلالها تكوين أحكام وحقائق جديدة .

تطور تعلم الآلـــة

في نهاية عام ١٩٥١ كان مينسكى العالم الأمريكى قد تمكن من صنع جهاز من مجموعة صمامات مفرغة مصمم لتقليد تجربة الفأر فى المتاهة ، وتألف من مجموعة الشرائح الإلكترونية ترتبط فيما بينها بترتيب يشبه بيت العنكبوت صار يعرف اليوم باسم (الشبكة العصبية) ، وكان التجميع مصمما ليشبه الطريقة المرتبة بها شبكة الأعصاب في الرأس .

وخلافا للحاسب العادى الذى يتولى حل المشكلة عبر معالج بيانات فإن الشبكة العصبية تقسم المشكلة إلى أجزاء عديدة ترسل كلا منها إلى معالج صغير ويبقى معالج منفرد على إتصال دائم بمعالجات أخرى عديدة بحيث أنه ما أن يصل إلى إستنتاج معـــين حتى يرسله إلى الخارج بسرعة ، وهو ما يسمح فى النهاية لكل الحسابات الصغيرة أن تجمع نفسها فى جواب واحد كبير .

أهمية المشروع كانت تنبع من أنه يوحى بطريقة صنع تعلم مهارة ما ، وأن يتحسن لحاسب بواسطة التدريب ، وقادت هذه الأفكار إلى أجهـزة تعلم أخرى صنعت فى الخمسينات ، ولكن النتائج أشارت إلى أن الوقت كان مبكرا جدا لمحاكاة الرأس البشرى ، إذ لم يكن معروفا كيفية عمل خلايا المخ وكيفية ترابطها .

فى الثمانيات توفرت الأنظمة الخبيرة فى ميادين لا حصر لها لكن هذه الأنظمة كانت كما أطلق عليها « علماء أغبياء » فذاكرتها ملأى بالحقائق ، ولكنها الحقائق التى صبها فيها

المبرمجون ، وهى ليست قادرة على التعلم بنفسها .

من هنا وفى الثمانيات عاد العمل البحثى ليتناول أجهزة « الشبكة العصبية » القديمة والتى كانت لها بعض القدرة على التعلم ، ولقد زاد أحياء الشبكة العصبية فى الثمانيات من قدرة الحواسيب على التعلم من التجربة ، ولكن تعلم الشبكة العصبية مازال بطيئا جدا ومحدودا ، وهو يتطلب الآلاف من محاولات التجربة والخطأ بالإضافة إلى أن نتائجه عبارة عن « عادات » أكثر منها « تبصرا » .

لم تبدأ برامج الذكاء الاصطناعى بالتحسن فى أن تعلم نفسها بنفسها إلا مؤخرا وكنتيجة لما تحقق من تقدم فى تطوير أنظمة التعلم المعتمدة على التفسير .

والتعلم المعتمد على التفسير عبارة عن عملية يراقب الحاسب من خلالها أجسام وظواهر العالم الخارجى ثم يحدد بنفسه كيفية عملها ، والإنسان يفعل ذلك بصورة آلية تقريبا ، فما من أحد يعلم الطفل الصغير كيف يجمع المكعبات فوق بعضها البعض ، ولكن الطفل يتعلم ، وبقليل من الملاحظة وبعض التجربة والخطأ ، يجد أن قمة الهرم لن تحمل مكعبا ، وأن المكعبات الموضوعة فوق بعض بطريقة سيئة لن تبقى فى مكانها بل ستقع .

اعتمد مينسكى فى تجربة خلال الستينات على حاسب عادى مزود بذراع آلية وبكاميرا تلفزيونية فى جهازه الذى صممه لنقل صورة مبنية من مجموعة من الكتل الموضوعة أمام الكاميرا ويقوم البرنامج المختزن بتصور كيفية تجميع هذه الكتل ثم يبنى الجهاز بواسطة اليد بنية مماثلة .

عمل الجزء الخاص بتصور « تركيبة » الكتل بصورة جيدة ، وتمكن الحاسب بمساعدة مئات البرامج الموجودة فيه من تجميع نقاط الصورة التلفزيونية ثم وصف الصورة انطلاقا من الزوايا والحواف والمساحات والأشكال ، ثم أخيرا بوصفها « كتلا » فى الحيز أو الفضاء.

أما الجزء الخاص ببناء نفس التركيبة فأظهر كونه مشكلة حقيقية ، إذ بعد أن تصور الحاسب ما يريد عمله أصر على محاولة وضع الكتل فوق بعضها البعض من أعلي إلى

الأسفل ، تاركا القطعة تسقط فى الهواء مرة بعد أخرى .

فى حين أن العيب فى إستراتيجية البناء يبدو هنا واضحا للطفل الصغير فإن للحاسب كل الحق فى الإرتباك ، إذ أن أحدا لم يعلمه أبدا شيئا عن مفهوم الجاذبية والتى أيضاً لم يتعلمها الطفل الصغير ، لكن الطفل الصغير يضع الأشياء فوق الأرض من البداية ولا يضعها فى الفضاء .

وساعدت التجربة مينسكى على تغيير أفكاره بشأن ما يعنيه التعلم والذكاء وبدأ له أن السر فى الذكاء البشرى ليس عبارة عن شرارة غامضة للإبداع بل هو المفهوم العام الذى نلتقطه يوميا ، وإذا كان على الحاسب أن يكون ذكيا فسيكون عليه أن تنطلق محاولات تعلمه صعودا من القاعدة .

وتتركز الصعوبة فى تعليم الحاسب كل ما نعرفه هو عدم إدراكنا لحجم ما نعرف : فلم يفكر أحد فى الجاذبية عند رفع ثقل كما لم يفكر أحد فى كيفية عمل الباب ومحاور إرتكازه أو بأن على المرء أن يفتح غطاء الصندوق لوضع شىء فيه أو أنه يمكن تغيير لون الكرسى مع بقائه كرسيا ؟ والواقع هو أننا نعرف كل هذه الأشياء بدون التفكير فيها .

فى شركة MCC فى أوستن بولاية تكساس الأمريكية يقود عالم الحاسبات دوجلاس لينات مشروعه الطموح المصمم لتطوير مثل هذا المجمع من معطيات المعارف البديهية ، وسمي المشروع cyc اختصارا لكلمة « انسايكلوبيديا » أو الموسوعة ، وهو عبارة عن جهد متكامل لوضع برنامج يزود الحاسب بأقصى ما يمكن من المعلومات والمعارف التى يملكها طفل صغير .

ويبنى لينات مجمع معطياته بطريقة إختيار مقالات صحفية ومدخلات من الموسوعة عشوايا فيقرأ النص ويسأل نفسه : ما الذى يحتاجه الحاسب لكى يعرف كيف يفهم فكرة معطاة ؟ وإذا كانت الجملة تقول : « كان الرجل يشرب من فنجان » فإن لينات لا يهتم بشرح معنى الجملة للحاسب بل بإعطائه المعرفة الأساسية التى يحتاجها لكى يتصور الفعل بنفسه، وفى هذه الحالة يجب تعليم الحاسب ما هو الفنجان ويجب أن يتضمن الشرح كل شىء عن الفنجان كحجمه وشكله والغرض منه وصولا إلى حقيقة أن فتحة الفنجان يجب أن

تكون دوما بإتجاه الأعلى وإلا فإن الجاذبية ستجعل السائل الذى فيه ينسكب على الأرض .

وإذا ما علم الحاسب كذلك ما هو « الرجل » وما معنى « يشرب » سيكون بإستطاعته أن يفهم الجملة من دون أية مساعدة أخرى من لينات ، ولقد قدر أن برنامجا يحوى كل المعلومات اليومية المشابهة سيحتاج إلى بضعة ملايين من المدخلات للحاسب .

إن إحدى أهم المهارات التى قد يتقنها حاسب مجهز موسوعيا هى القدرة على فهم اللغة ، وعندما تصل البرامج من هذا النوع الموسوعى حد الكمال سيكون بالإمكان وضعها فى أى جهاز .

لكن لكى يستطيع الحاسب أن يتعلم مثل الإنسان فإنه يحتاج إلى أكثر من مجرد نظام . موسوعى ، فالتعلم فى الإنسان لا يحتاج فقط إلى معرفة أنواع كثيرة من الحقائق بل أيضا إلى أنواع كثيرة من التفكير المحكم ، ومعظم الحاسبات لا تستطيع أن تفهم إلا بطريقة واحدة كل مرة ، وعلى الحاسب أن يستخدم فى كل مرة برنامجا مختلفا لمعالجة المواقف المختلفة أو الواحدة كما يفعل الإنسان عند سماعه للوصف الشفهى لجسم ومعرفة أن صورة الجسم تمثل نفس ما يمثله رسم لهذا الجسم والرسم يمثل نفس ما يمثله الوصف له ، والوصف يمثل النظر إلى الجسم نفسه من خلال طرق التفكير المحكم التى لا يمكن إدخالها إلى الحاسب فى الوقت الحاضر .

وتصبح المشكلة واضحة تماما عند صنع أجهزة بإمكانها أن ترى ، وإذا كانت أنظمة الرؤية للحاسب متوافرة فى مصانع التجميع وفى إدخال الوثائق المكتوبة إلا أنه ما من حاسب يستطيع أن يفعل ما يفعله أى طفل أو حيوان صغير من التعرف على الأشياء المختلفة الموجودة فى البيت والتمييز بينها ، وما يجعل الرؤية البشرية بهذه التعددية والطلاقة هو أن لدى الإنسان طرقا كثيرة لترجمة ما يراه وبإمكانه إستخدام كل هذه الطرق فى ذات اللحظة ، وهناك الآن برامج تسمح للحاسبات بأن ترى، ولكن ليس بأكثر من طريقة واحدة أبدا .

وقد يبدو الحل فى إمكانية إضفاء صفة التعلم إلى الحاسب بربط أنظمة خبيرة متعددة فيما بينها والسماح للحاسب بإستخدامها كلها معا ، ولكن هذا مستحيل إلا إذا كان

هناك برنامج إضافى يسمح لكل نظام خبير بإستغلال مجمل المعرفة الموجودة لدى الأنظمة الخبيرة الأخرى .

إن أحدا لا يعرف كيف يدير الإنسان هذا النوع من التفكير والإستفادة بقدرته على التعلم ويعتقد البعض أن الكثير من أجزاء المخ الصغيرة تتعلم على أدنى المستويات بطريقة الشبكة العصبية ، وتعمل بإستقلالية تكاد تكون تامة ، وعلى كل مستوى أكبر هناك (بنية) تربط هذه الأجزاء الأصغر بنظام أكبر ، مما يسمح للمخ بأن يعمل على أنواع من المعرفة متزايدة التجريد ، وقد يوجد اليوم الذى يستطيع فيه حاسب يحتوى على كل عوامل المعلومات هذه (المتزايدة الكبر تباعا) أن يخلط ويمزج كل أسس معارفه بالسهولة التى نفعل نحن بها ذلك ليتمكن من التعلم .

الإعلام المتعدد

يشهد العالم اليوم ما يطلق عليه اسم ثورة معلومات الإعلام المتعدد أو ثورة الوسائط المتعددة ، التى تقوم على أساس توظيف جميع الأجهزة الإلكترونية العاملة فى مجال الإعلام والفنون والإتصالات حول الحاسب الشخصى .

تستطيع الأجهزة العاملة فى مجال الخدمات مثل الهاتف والمذياع وآلة نقل المستتندات عن بعد (الفاكس) وآلة العرض والتسجيل المرئى (الفيديو) أن تعمل منفردة مستقلة عن بعضها البعض .

جرت محاولات عديدة لجمع تلك الآلات فى معدة واحدة ، وكانت العقبات التى تعترض هذه العملية تتجمع فى التكلفة العالية لهذه المعدة كما أن هذه المعدة لم تكن سوى تجميع لهذه الآلات فى هكيل واحد دون تحقيق اتصال بينها .

جاء الإعلام المتعدد ليجمع هذه المعدات ويوظف قدراتها ويحقق الاتصال بينها لتدور كلها حول جهاز محورى تعمل من خلاله أو مستقلة عنه أو تتصل ببعضها البعض عن طريقه

وهو جهاز الحاسب الذى يقوم بوظائفه المعتادة .

عندما بدأ التفكير فى مثل هذه التقنية فقد كان الاتجاه إلى تعزيزها يتطلب وحدات تخزين مساعدة ذات أحجام تخزينية كبيرة يمكنها استيعاب الكم الهائل من المعلومات والبرامج ليمكن توظيفها فى أداء متميز للاستخدامات التعليمية والتدريبية وتنمية المهارات والترفيه وترقية الفنون والثقافة وإنجاز الأعمال لرجال الأعمال وتوفير الوقت من خلال مشاهدة الصور وتركيب الأفلام وجمعها والتمتع بها صورة وصوتا والاستماع إلى الألحان وإجراء الاتصالات وشراء الحاجيات ومراجعة المعلومات واستخدام المراجع العلمية من صحف ومجلات ودوائر معارف وبنوك معلومات والقيام بإجراء الحسابات ومعالجة المعلومات ونصوص الرسائل وبثها ودمج الصور وإضافتها إلى النصوص وتسجيل المواعيد .

كان الهدف من وراء ذلك كله هو تحقيق تواصل وتفاعل الإنسان مع قطاعات عديدة من الفن والهوايات والتربية والتعليم ، واللهو والترفيه ، والموسيقى ، والعمل والإنتاج .

جهاز الحاسب الذى يعمل فى ظل هذا النظام يتولى الإفادة من إمكانياته وإمكانيات الأجهزة لتنفيذ الإتصالات وترتيب نظام العمل وتدوين البيانات والمعلومات وحفظ ونقل وإستقبال ومعالجة الصور المرئية واستقبال وبث الرسائل المكتوبة والمسموعة وترتيب عمليات الاتصالات بأسلوب تشغيل سهل ونظام عمل ميسر دون تعقيد .

من هنا كان الإعلام المتعدد تعبيرا عن دمج أنظمة مختلفة فى نظام واحد إعلامى جديد يضع فى متناول الإنسان فى المكتب أو فى المنزل أو خلال رحلاته مجموعة أدوات وتقنيات تتيح استعمال إمكانيات أجهزة متعددة فى نظام متكامل ومتسع يوسع آفاق الإستعمال من بيئة محدودة إلى بيئة متعددة الخدمات غير مرتبطة بالمكان تتفاعل مع بعضها البعض فى نظام تفاعلى يمثل أحدث ما فى تطور الصناعة من ابتكارات تقنية مستفيدا من كل التطورات الحديثة .

الدوافع التى كانت تقبع خلف هذا التطور كانت تتشكل على هيئة أربعة عوامل مستقلة :

العامل الأول منها أن أجهزة الحاسب كانت تتحول فى إطار التقنيات الحديثة إلى

التصغير فى حجمها ، والتسريع فى عملياتها فاعلية أكثر فى أداء وظائفها وقدرات أكبر فى إمكانياتها .

العامل الثاني من هذه العوامل أن الاتجاهات الحديثة فى جودة أداء المعدات ودقة عملها ورخص تكلفتها كانت تقود إلى استخدام النظم الرقمية فى عالم المعلومات فالصوت والصورة والنصوص وأساليب النقل كلها تتحول إلى النظم الرقمية ، وبذلك أصبح ربط الأجهزة والمعدات التى تعمل على النظم الرقمية مع الحاسب أمرا طبيعيا وممكنا .

العامل الثالث من دوافع التطور هو دعم التغيير فى نمط التعامل مع المعلومات فى الحياة اليومية وفى العمل بجعل أداة واحدة تتولى القيام بمهام متعددة .

العامل الرابع من هذه العوامل أن أبحاث الذكاء الإصطناعى كانت توجه البحوث فى المجالات المختلفة للإستفادة من إنجازات البشرية فى مجالات تقنية الحركة والرؤية والتعرف على الحديث والتعلم الآلى وغيرها من موضوعات الذكاء الإصطناعى ، ومن هنا برز الإتجاه إلى إجراء نوع من التلاقى بين موضوعات البحث المختلفة وإمكانيات التقنية المتيسرة فى المعدات المختلفة ومزجها والتزاوج بينها .

كان يعيب هذا التحول التقنية الغالية التكاليف والعالية القدر للصيانة والإصلاح وصعوبة الإستخدام المتعدد للمكونات المتعددة فى هذا النظام .

أدى التقدم التقنى فى تصنيع المكونات المادية إلى تدنى أسعار الشرائح المجمعة للدوائر الإلكترونية ومن ثم فقد انخفضت التكاليف الغالية إنخفاضا ملحوظا .

مع ظهور وتطور برامج الصيانة المتطورة للأجهزة والمعدات وإجراء عملية فصل للمكونات فقد باتت عملية الصيانة العالية القدر من التقنية تتيسر .

بظهور الإتجاه إلى إيجاد البرامج والتطبيقات الميسرة الإستخدام والتى لا تعتمد على الحرفية العالية فقد أمكن التغلب على بعض من صعوبات الإستخدام المتعدد للنظام .

مكونات النظام

يتكون النظام من الحاسب الموسع الإستعمال الذى يتحول إلى « مدير » مركزى لخدمات شاملة لأنظمة ملحقة مثل :

.. **الأنظمة السمعية** : تحتوى على وسائط توصيل وبطاقات مهائيات (ملاقيات) ومصادر الإدخال الصوتية (بوق أو الات موسيقية أو سماعة هاتف) ومصادر الإخراج الصوتية .

تقوم مصادر الإدخال الصوتى بإدخال الموجات الصوتية إلى بطاقات وحدات موجات الأنظمة السمعية الموصلة بها والتى تتولى بدورها القيام بتحويل الأصوات الواصلة إليها على صورة تناظرية إلى الصورة الرقمية وتدفعها إلى وحدات المعالجة فى الحاسب (وحدة المعالجة المركزية أو المعالج الدقيق والذاكرة) ليتمكن الحاسب من معالجتها بصورة مباشرة وتخزينها فى ملفات على أى من وسائط التخزين فى الحاسب (أنظمة الاسطوانات السمعية المتراصة أو الأقراص الصلبة) .

لإخراج الأصوات المختزنة يتولى (برنامج) إدارة الأنظمة السمعية إبلاغ الحاسب بقراءة البيانات المسجلة فى ملف على وسيط التخزين لتندفع البيانات إلى ذاكرة الحاسب حيث يتولى الحاسب معالجتها ودفعها عبرخطوط النقل إلى بطاقة التهيئة التى تحولها إلى موجات تناظرية تذهب إلى وحدة الإخراج الصوتى عن طريق الكابلات الموصلة بينها وبين البطاقة .

تتوافر من الأنظمة السمعية بطاقات سمعية تتيح تسجيل وتشغيل الأصوات الرقمية والقدرة على تشغيل وسائط التخزين من نوع سواقات الأقراص المتراصة وتتوافر فى الوقت الراهن مجموعة كبيرة من هذه البطاقات منها البطاقة التى تحمل الإسم التجارى أدليب (Adlib) ، وبطاقات ساوند بلاستر Sound Plaster وغيرهما .

تعمل غالبية أنواع هذه الطاقات على نظام نوافذ ميكرو سوفت Microsoft Windows ويمكنها إجراء عملية المزج السمعى (Audio mixer) لدمج الأصوات القادمة من مصادر مختلفة تبعا لنظام التحكم المضمن فى برنامج العمل بها .

وهناك بطاقات تتضمن برامج لتحرير البيانات الصوتية ، لتسجيل رسائل صوتية خاصة ، وقد تتواجد فى بعض هذه البرامج إمكانية ربط الملفات الصوتية مع الصور والرسوم وبعض الأنظمة السمعية يمكن توصيلها مع آلة موسيقية تعمل وفق نظام الموسيقى الرقمية.

.. **نظام الموسيقى الرقمية** (MIdi) هو نظام وصل بين لوحات المفاتيح الموسيقية والحاسب ، وهو يتيح تخزين الأنماط الموسيقية على الإسطوانات ، ثم إخراجها إما بواسطة السماعة (Speaker) الداخلية أو بواسطة لوحة مفاتيح خارجية .

.. **الأنظمة المرئية** تحتوى على مهايىء رسوم يتيح عرض نصوص ورسوم ، ومهايىء العرض المرئى الذى يضطلع بعدة وظائف منها تلقى موجات الإذاعة المرئية (التلفزيون) وعرضها على شاشة الحاسب حيث يصبح بالإمكان إضافة بيانات معينة إليها .

.. **وسائط التخزين** من أقراص متراصة وأقراص ضوئية ومشغلات هذه الأقراص وبطاقات التحكم فيها .

.. **أنظمة مخاطبة الحاسب** : وهى الأنظمة التى تحول كلام الإنسان إلى بيانات يفهمها الحاسب وعد نظام أية أس أر (ASR) الأميركى هو أحد أبرز هذه الأنظمة ويعمل عن طريق تحويل الكلمات المسموعة إلى بيانات، وذلك بإدخال الأصوات المفهومة إليه ، بحيث تحول إلى معادلات رياضية تتحول إلى بيانات مكتوبة .

.. **أنظمة الإدخال بخط اليد** : عن طريق كتابة التعليمات بخط اليد .

تتجمع هذه النظم حاليا فى تقنيات يديرها الحاسب لتعطى مفهوم الإعلام المتعدد وقد اتفقت مجموعة من الشركات على تحديد مواصفات الحد الأدنى لأجهزة الأنظمة المتعددة وأصدرته تحت اسم نظام (MPC) بحيث يكون النظام مكونا على الوجه التالى :.

حاسب يحتوى على معالج ٨٠٢٨٦ أو ما يماثله يعمل بسرعة لا تقل عن ١٠ مليون

هرتز ، بذاكرة قراءة وكتابة لا تقل عن ٢ مليون بايت ، ومشغل أقراص مرنة مقاس ٥ , ٣ بوصة مع مشغل أقراص صلبة لا تقل سعته عن ٣٠ مليون بايت ونظام عرض مرئى ملون عالى الدقة (V G A) وإحدى معدات التأشير التى يفضل أن تكون فأرة ، ويتضمن النظام بطاقة بينية خاصة بنظام الموسيقى الرقمية ، ومنفذا لعصاة اللعب ، ومشغل أقراص متراصة ، وبطاقة تحويل من البيانات التناظرية إلى الرقمية والعكس ذات عرض موصل ٨ بت ، ومركبا للأصوات الموسيقية (Synthesizer) إضافة إلى البرامج التى تعمل فى مجال الإعلام المتعدد لدمج الصوت والصور ومعالجتها .

من بين الأجهزة التى صممت للعمل فى مجال الإعلام المتعدد جهاز كومودور (Commodore Dynamic Total Vision CDTV) الذى ظهر فى عام ١٩٩١ ليعمل كجهاز حاسب وجهاز (تلفزيون) فى نفس الوقت ويمكن تشغيله عن بعد وأيضا جهاز (In-tel Digital Video Interactive DVI) من إنتاج شركة (RCA) ، وجهاز (Compaq Deskpr SOM) ، وجهاز فيلبس (Philips PCD 215) وأجهزة (Systems 2000) الستة وأجهزة فيكتور (Victor MMX) المتوافقة مع النظام الموحد لأجهزة الإعلام المتعدد.

اشتملت الأوسباط المتعددة على أدوات أتاحتها لها التقنية الحديثة والتطورات وإحتياجات الإنسان و من هذه الأدوات :

* المعدات والأجهزة
* التطبيقات والبرامج

المعدات والأجهزة كانت بلا شك نتاجا لعدة نواح من الصناعات الهامة ففى مجال النظم السمعية إتيحت لتقنية الاعلام المتعدد :

* أجهزة المذياع .
* المسجـل
* الآلات الموسيقية .
* بوق (ميكروفون) .

* سماعات ومكبرات صوت .

* مولد الموجات الصوتية .

* المحولات التناظرية - الرقمية

* الاسطوانات المتراصة السمعية .

* أجهزة التعرف الصوتى

وفى مجال النظم المرئية استفادت من إنتاجيات :

* آلات التصوير (كاميرا) .

* مسجل المرئيات (الفيديو) .

* اسطوانات عرض مرئى (اسطوانات فيديو) .

* شاشات العرض .

* الإذاعة المرئية .

* بطاقات موائمات العرض المرئى .

* أجهزة قراءة الوثائق المكتوبة .

* الشاشات العاملة باللمس .

* الأقلام الإلكترونية للكتابة والتأشير .



* ماكينات نسخ المستندات .

* آلات مسح الوثائق .

* الأقراص المتراصة .

وفى مجال نظم الإتصالات كان ممكنا لها الإستفادة من :

* إتصالات الهاتف .

* ناقل الوثائق (الفاكس) .

* البريد الإلكترونى بين الطرفيات .

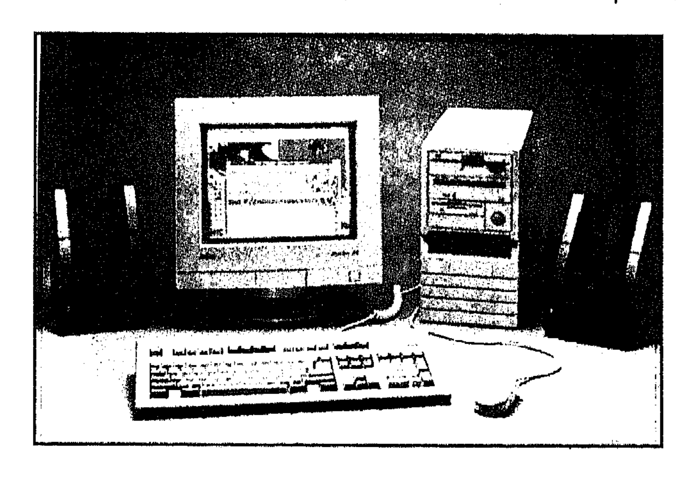
* الاتصال الخلوى (اللاسلكى) .

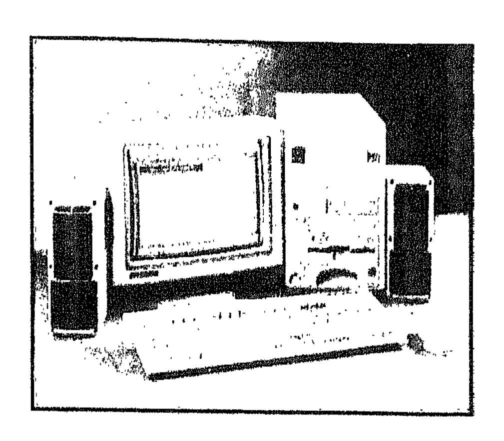
وغير ذلك مما لا يمكن حصره بحال مما أعطى لتقنية الأعلام المتعدد وسائل وأدوات تجعلها قادرة على إنتاج أجهزة ذات قدرات عالية تعمل بكفاءة فى مجالات متعددة .

نتيجة للتسابق فى مجال تصنيع أجهزة تصلح للاعلام المتعدد فقد ظهرت إلى الوجود برامج جديدة تدير وتشغل وتعالج نتائج هذه الأجهزة ، كما ظهرت إلى الوجود أيضا تعريفات ومسميات دلفت إلى عالم أجهزة الحاسب لم تكن موجودة من قبل .

يرى البعض أن الوسائط المتعددة هى توجه إنجازات الذكاء الإصطناعى للحاسب نحو المستهلك ومن هنا فقد غلبت عليها روح الإتجار والحس التجارى ، وإن كان هذا لا يغمط تلك الإنجازات حقها فإن نتائجها توضح بجلاء أن هذا التوجه يعد ثورة جديدة فى صناعة المعرفة .

يقول البعض الآخر أن الركيزة الأساسية لهذه التقنية هى إنتاج الإسطوانات المتراصة والأقراص الضوئية بينما يرى البعض الآخر أن توحيد عمل الآلات بإستخدام (النظم الرقمية) هو الذى صنع هذه التقنية ، وسواء أكان هذا الأمر أو ذاك فمما لا جدال فيه أن الأقراص المتراصة تعد ركيزة رئيسية فى هذه التقنية كما أنه لولا الاتجاه نحو جعل الآلات تعمل بالنظم الرقمية ما أمكن تحقيق الإتصال بينها وبين الحاسب .





أجهـــزة أوسـاط متعـددة

الأقراص المتراصة
CD - ROM

بينما تشير كلمة ROM إلى بادئات الحروف من كلمات اللغة الإنجليزية Read Only Memory والتى تعنى باللغة العربية " ذاكرة القراءة فقط " فإن حرفى C D يشيران إلى كلمتى الأقراص المتراصة Conmpact Disks .

إذا كـانت هـذه هـى البـداية التى ينطلق منهـا الحـديث عن الأقـراص المتـراصـة فـإن الحاجة إليها نبعت من الكم الهائل من المعلومات والمعارف التى تحتاج إلى توثيق وتسجيل فى شتى المجالات ، والتى احتاجت إلى وسائط تخزين تقدر على استيعاب هذه الكميات الضخمة شريطة أن تكون صغيرة الحجم سهلة الاستخدام رخيصة التكاليف .

على الرغم من وجود وسائط متعددة للتخزين مثل الأقراص المرنة والأقراص الصلبة إلا أن الأبحاث كانت تسعى إلى إيجاد وسيط تخزين ذى إعتمادية أكثر ولا تتلف البيانات المسجلة عليه بسرعة مثلما هو الحال في الأقراص المرنة والأقراص الصلبة التى تتأثر بالحركة الميكانيكية لحركات (مواتير) مشغل القرص كما تتأثر بحركة رأس القراءة إضافة إلى تأثرها بالعوامل الطبيعية .

فى شهر إكتوبر من عام ١٩٧٦ الميلادى بدأت الأبحاث المشتركة بين شركتين من كبريات الشركات العاملة فى مجال الإلكترونيات هما شركة (فيلبس) وشركة (سونى) لوضع أساس نظام ذاكرة القراءة فقط من الأقراص المتراصة .

قامت الشركتان بوضع إثنى عشر تصورا لأسس هذا النظام وطرحت تصوراتها المختلفة علي العالم واضعة فى كل تصور عرضا يحدد مواصفات الأقراص السمعية الرقمية .

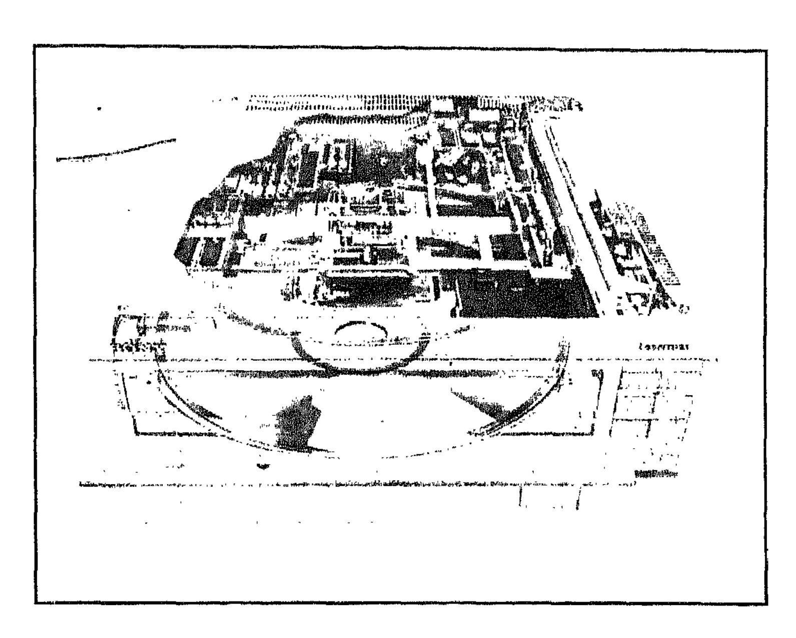
بحلول عام ١٩٨٣ كانت الشركتان قد استقبلتا رد فعل العالم واتفقتا على مواصفات تخزين البيانات على مثل هذه النوعية من الأقراص ، وأسفرت الأبحاث عن ظهور مشغل أقراص يعمل مع الحاسب ويدير هذه النوعية من الأقراص انتجته شركة دك DEC .

الإسطوانة المتراصة هى قرص يبلغ قطره ٤,٧٥ من البوصة (١٢ سنيتمترا) تعمل كوحدة تخزين للقراءة فقط ولا يقدر المستخدم العادى على تسجيل بيانات إضافية إليها أو محو أو تعديل بيانات مسجلة عليها .

تتم قراءة البيانات والمعلومات المخزنة علي الأقراص المتراصة بواسطة أشعة الليزر التى يقوم مشغل القرص المتراص بإدارته على مناطق التخزين في القرص المتراص وبما لا يدع مجالا للإحتكاك ين سطح الإسطوانة ووسيط القراءة منها مما يضمن عدم تعرضها للتلف السريع ويزيد من سرعة تدفق البيانات منها .

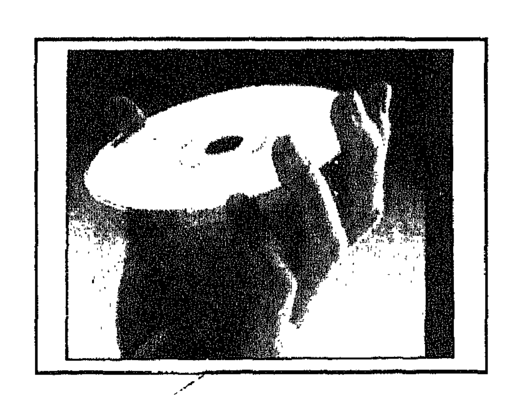
ظهرت أول دائرة معارف مسجلة على أقراص متراصة للإستخدام التجاري في شهر يناير من عام ١٩٨٦ م ، ومنذ ذلك التاريخ بدأت تقنيات الأقراص المتراصة تتطور فى تتال لتحسين أدائها وتقليل عيوبها وخفض سعرها ، وكانت آخر الأبحاث التى تقودها شركتا سونى وفيليس تتجه إلى جعل هذه الأقراص من تلك الأنواع التى يمكن الإضافة إليها والتعديل فيها والمحو منها .

فرضت الأقراص المتراصة CD - ROM نفسها بسعتها الكبيرة (٧٠٠ مليون بايت) وبتوافر أنواع مختلفة منها تعمل على الحاسبات الشخصية الواسعة الإنتشار .



مشغل أقراص متراصة من الداخل

C D-ROM Drive



قرص متراص

تزود الحاسبات التى تعمل على إستخدام الأقراص المتراصة بمشغل أقراص خاص يعمل مع هذه الأقراص ، والبيانات المسجلة على الأقراص المتراصة يمكن الوصول إليها بواسطة نظم التشغيل المختلفة ، وقد تزود ببرامج وتطبيقات خاصة للبحث فيها وإستخراج المعلومات منها ، كما قد تزود ببرامج قواعد بيانات لمعالجة الفهرس الكبير لهذه الأقراص ذات الطاقة التخزينية العالية .

مشغل الأقراص الذى يعمل مع مثل هذه النوعية من الأقراص المتراصة يشبه فى الشكل الخارجى مشغلات الأقراص المرنة والصلبة وقد يتضمن أماكن توصيل مع النظم السمعية (مكبرات صوت – سماعات) .

طرحت الشركات المختلفة فى الأسواق إنتاجياتها من معاجم ودوائر المعارف المختلفة على إسطوانات متراصة وعلى سبيل المثال نذكر منها معجم الحيوانات اللبنية يتضمن معلومات مسهبة وتفصيلية عن الحيوانات اللبنية شاملا الصور الملونة لهذه الحيوانات وتسجيلات لأصواتها .

المرئيات فى الاعلام المتعدد

ظهرت نظم كثيرة لاستقبال الصور على الحاسب منها النظام الذى يحتوى على

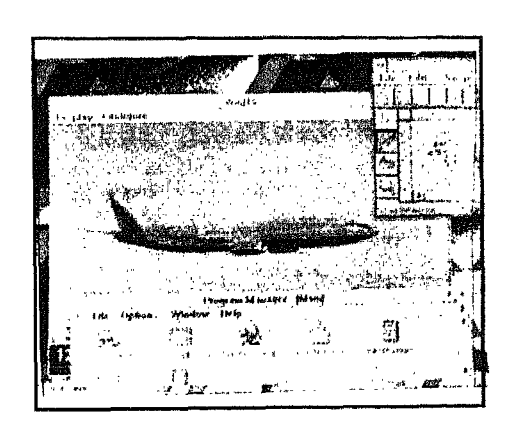


برنامج موسوعة معارف الحيوانات اللبنية علي أقراص متراصة

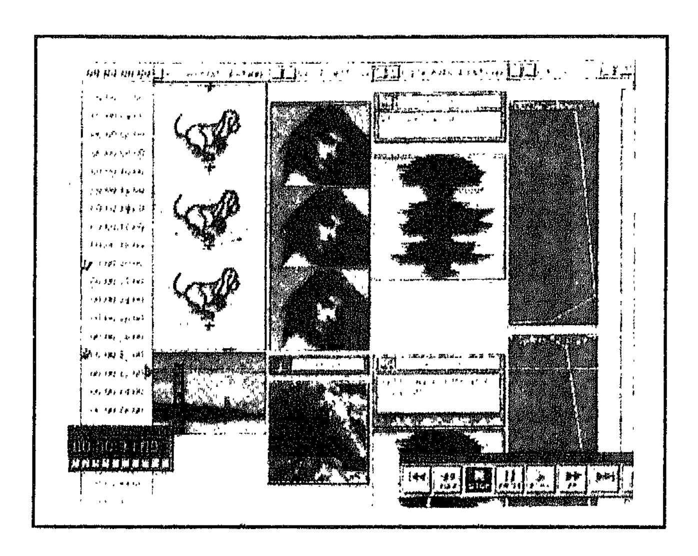
حاسب شخصى يشتمل على بطاقة إلكترونية تعمل كموفق (مهيىء) العرض المرئى توضع فى إحدى فتحات التوسع داخل الحاسب الشخصى وبها فتحات توضع فيها الكابلات التى توصل بمسجل العرض المرئى (الفيديو) كما تم إعداد برامج قادرة على التعامل مع الصور ومن أمثلة هذه النظم :

نظام VIDI . PC12 أو نظام لاقط العرض المرئى الذى يتكون من بطاقة تستطيع إستقبال صور العرض المرئى بالنظم المختلفة لإرسال الإذاعة المرئية (التلفزيون) من النظم (بال وسيكام وغيرها) ، والبرنامج الذى يقوم بتشغيل النظام من خلال تطبيق النوافذ ويسمى ببرنامج Photo Finish من انتاج شركة zsoft .

النظام الثانى Medi Pro Plus يعد أحد نظم الدمج الكاملة للإذاعة المرئية (التلفزيون) مع الحاسب ويقوم بتحويل الصورة المرئية بأى من نظم الإرسال الإذاعى المرئى المختلفة إلى الحاسب عن طريق ترميزها ، ويعمل البرنامج الذى يقوم بتشغيله فى بيئة نظام تشغيل القرص وتتاح نسخة له للعمل فى بيئة النوافذ .



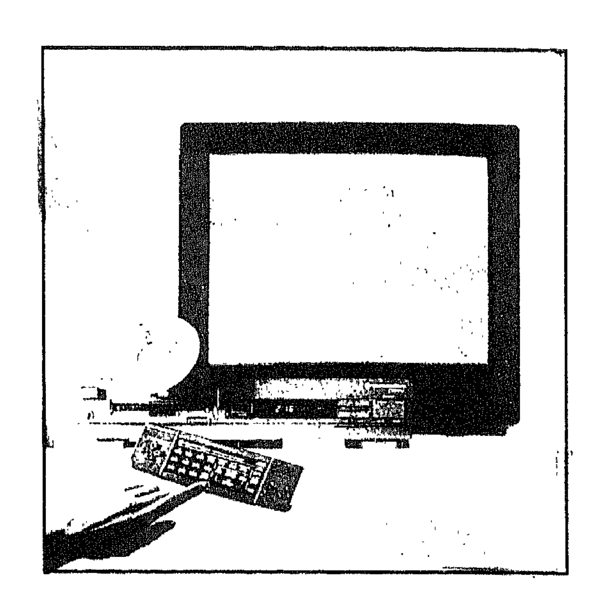
مشاهدة عروض (التلفزيون) وتشغيل برامج الحاسب في الحاسب



برنامج (باسبورت) لمعالجة الصور والأصوات

نظام لاقط الإطارات Frame Grabber الذى يعمل مع برنامج Ms Video For Windows مزود ببطاقة تتيح استقبال أكثر من مائة وعشرين محطة إرسال إذاعى مرئى عن طريق دائرة توليف عالية الحساسية مبنية على البطاقة التى توضع فى إحدى فتحات التوسع فى الحاسب ويمكن مشاهدة (التلفزيون) على شاشة الحاسب مع تشغيل برامج الحاسب فى جزء من الشاشة أو إلغاء البرامج المرئية (التلفزيونية) وسماع صوتها في سماعات توصل مع البطاقة للإخراج الصوتى .

شركة كومودور العالمية أنتجت عددا من أجهزة الاعلام المتعدد منها نظام أميجا 3000 T المكون من حاسب مزود بمشغل أقراص مرنة مقاس ٣,٥ بوصة مع قرص صلب سعة ٢٠٠ مليون بايت وذاكرة قراءة وكتابة قدرها ٥ مليون بايت ذات قابلية للزيادة حتى ١٨ مليون بايت ، والجهاز يحتوى على فتحة عرض مرئى للأجهزة الضمنية فى الجهاز نفسه .



جهاز كومودور للأوساط المتعددة

شركة أبل قدمت إنتاجها الذى يعمل مع أى طراز من طرازات أجهزة MAC ويحتوى النظام على بطاقة عرض مرئى Video Spigot Pro التى تستقبل العرض المرئى وتحوله إلى بيانات رقمية ثم تتولى ضغط هذه البيانات حتي لا تشغل حيزا كبيرا من مساحة وسط التخزين ويمكن معالجة هذه الصور وتعديلها وإعادة تشغيلها بعد حفظها إضافة إلى الإخراج الصوتى الذى يتيحه النظام .

برنامج Passport Producer يتولى إنتاج وتنظيم عمليات تحريك الصور والرسوم والصوت والموسيقى ودمج الرسوم مع مخرجات الآلات الموسيقية الرقمية .

من هذه النظم يتضح أنها فى الغالب تعمل على دمج الإرسال المرئى (التلفزيون) مع جهاز الحاسب ليعمل الحاسب كما لو كان جهاز إستقبال البث المرئى (تلفزيون) مع إمكانيات إضافية فى حساسية مولف الإستقبال ليمكن مشاهدة أكبر عدد من المحطات ،

ووجود مصادر إخراج صوتى ذات جودة (سماعات صوت مضخم (ستيريو)) .

آلات التصوير (الكاميرات) الإلكترونية المتصلة بالحاسب استخدمت تجاريا فى الآونة الأخيرة على نطاق واسع بعد أن كانت قاصرة على معامل " الرؤية فى الحاسب " .

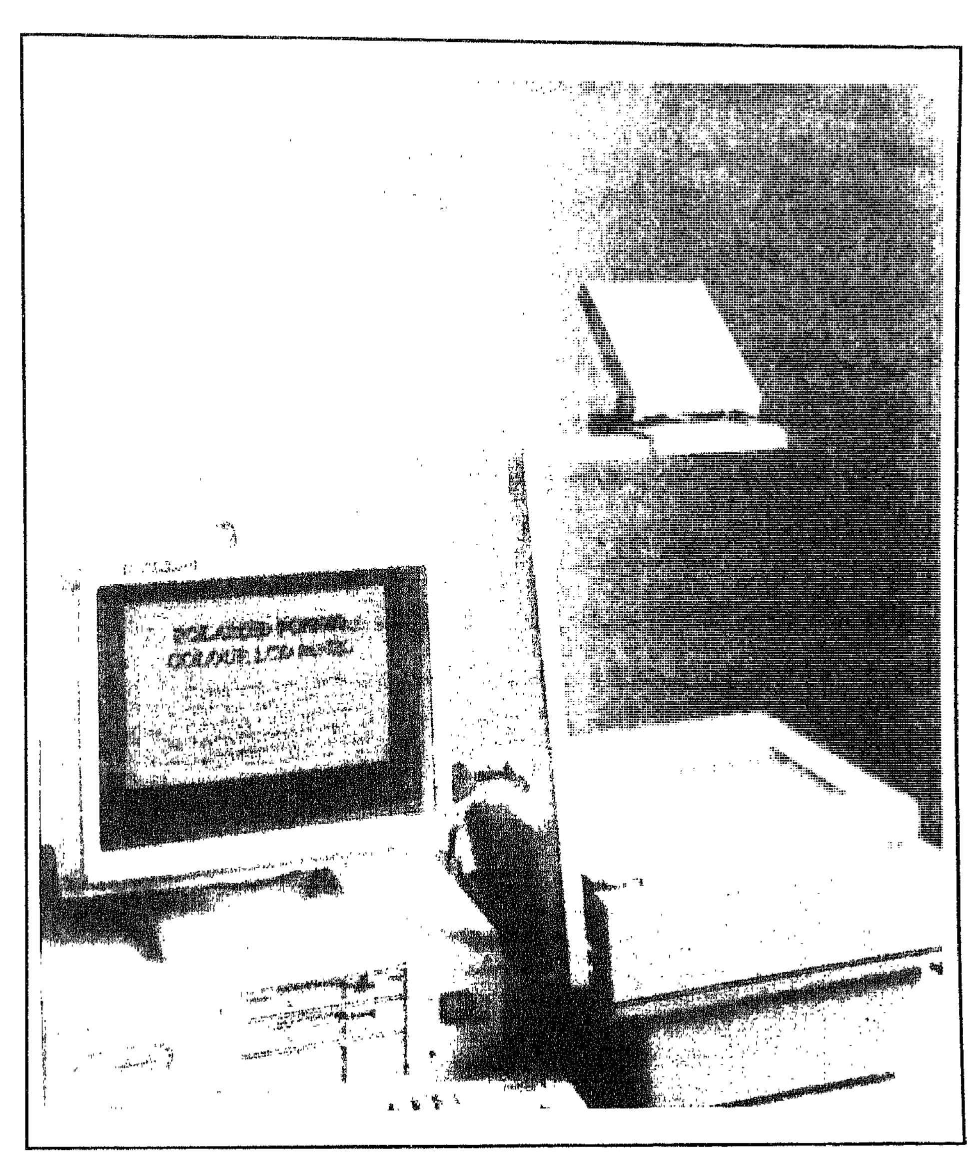
وقد استفادت من التطورات الكثيرة فى مجال التصوير وإمكانيات التعديل التلقائى لفتحة العدسة وزمن التعرض .

كانت آلات التصوير الإلكترونى تعمل بنظام الأرقام لذا فقد توصلت مباشرة إلى التعامل عن طريق الحاسب مع وسائط التخزين الحديثة إذ توصل بالحاسب فى منفذ اتصال ذى خمسة وعشرين طرفا فى بطاقة خاصة للإتصال مع آلة التصوير توضع في فتحة من فتحات التوسع داخل الحاسب ويحتوى النظام على برنامج يعمل به الحاسب للتعامل مع الصورة الملتقطة .

يشبه عمل آلة التصوير مع الحاسب نظام الماسح Scanner ولما كانت الصورة تتكون من مصفوفة نقط تختلف في عددها تبعا للدقة وقد تصل إلى ١٥٢٤ × ١٠١٢ بقعة فإن تخزينها يحتاج إلى فراغ كبير فى وسط التخزين لذا تتولى البرامج تحويلها إلى صورة بيانات مضغوطة .

يبدو مما سبق أن النظم الموصلة مع الحاسب قد مكنت من مشاهدة (الأفلام السينمائية) وعروض الشاشة الصغيرة وتسجيلات العرض المرئى (الفيديو) ولقطات آلات التصوير (الكاميرا) ومكنت البرامج من حفظ ومعالجة الصور مما يضفى متعة الترفيه وحرفية الصناعة لكن الصورة لا تزال صغيرة ولا تزيد عن عرض شاشة الحاسب .

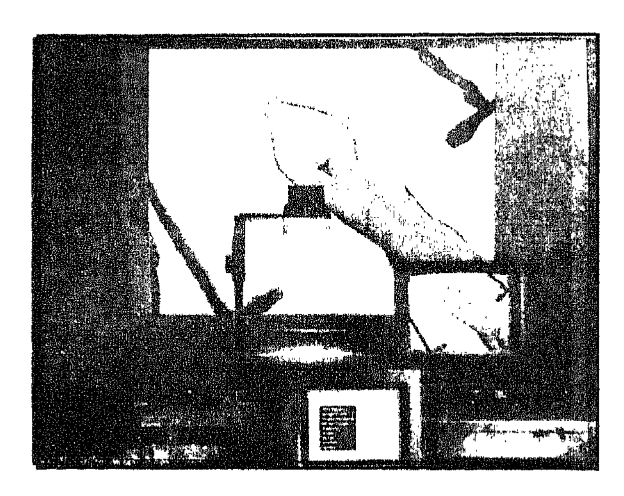
فى مراكز التدريب ومقار الإجتماعات والمناسبات السعيدة التى تستدعى وجود جمع من الناس يصبح الأمر صعبا فإن عرض التقارير وتنفيذ برامج التدريب ومشاركة الجمع فى المناسبات يتطلب وجود شاشات كبيرة .



لوحات العرض للوسائط المتعددة في الحاسب

فى إطار المزج الشامل والدمج المتكامل لأجهزة الإعلام المتعدد أفرزت الوسائط المتعددة العديد من أجهزة العرض المزودة بشاشة كبيرة والموصلة مع الحاسب .

أجهزة العرض تكون مزودة بشاشة من النوع البللورى السائل LCD التى يمكن تعليقها على الحائط وتستخدم مع جهاز العرض الذى يتسلم الصورة المعروضة على شاشة الحاسب الصغيرة ويتولى نقلها إلى شاشة العارض الكبيرة .



لوحات العرض للرسوم والصور فى الحاسب (العارض)

الحرفية التى تضمنها الإعلام المتعدد لم تقف عند حد التزود بمعدات وآلات لكنها أيضا اتجهت إلى إنتاج برمجيات تناسب الأدوات المستجدة والتى تجعل دفق المعلومات يدخل إلى ذاكرة الحاسب من كل إتجاه .

فى الفترة المواكبة لرسوخ قدم الأوساط المتعددة (الإعلام المتعدد) أنتجت شركات البرامج عددا كبيرا من البرامج التى لا يمكن بحال حصرها كلها تعمل على إدارة وتشغيل تطبيقات وتقنيات الأوساط المتعددة ومعالجة المدخلات الجديدة (صوت – صورة – موسيقى) بأساليب جديدة من المعالجات بالإضافة أو الحذف والتعديل والمحو لكن الجديد فى المعالجات هو تناسخ الأشكال .

تناسخ الأشكال أو تغيير وتحويل الأشكال أو تحويرها Morphing هو واحد من

أساليب المعالجة الجديدة للصور والرسوم وآخر الصيحات المستخدمة فى المؤثرات الخاصة فى صناعة (السينما) .

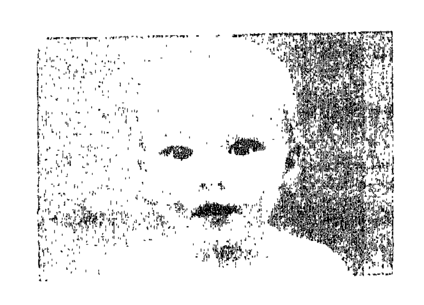
إستخدم هذا الأسلوب فى العديد من (الأفلام السينمائية) عن طريق جعل شكل من الأشكال يتحول إلى شكل آخر فالبنت يمكن أن تتحول إلى قطة والسيارة قد تنقلب إلى نمر والرجل قد يصبح صاروخا ينطلق فى الفضاء .

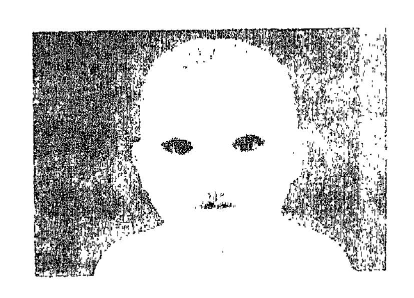
بغض النظر عن التقنيات (السينمائية) المتعددة المستخدمة فى التحول من شكل إلى آخر مباشرة بأخذ لقطة للرجل تليها لقطة أخرى للصاروخ فإن عملية التناسخ Morphing بإستخدام الحاسب تستخدم تقنية جديدة فى معالجة الصور وتتم على مراحل، إذ يتحول رأس الرجل إلى مقدمة الصاروخ ورويدا رويدا يبدأ الجسد فى التحول على شاشة الحاسب إلى جسم الصاروخ حتى تبدأ أقدامه فى أخذ شكل زعانف الصاروخ تدريجيا .

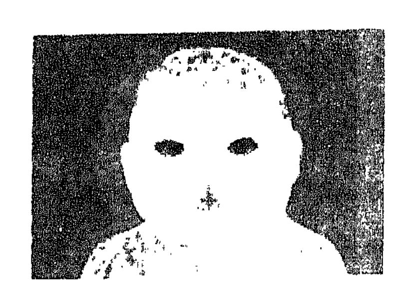
تتم هذه العملية عن طريق التقاط صورة الرجل مع خلفية زرقاء عن طريق آلة التصوير الإلكترونية الموصلة مع الحاسب ثم التقاط صورة الصاروخ مع خلفية زرقاء ، وإذا كانت هناك حركة تالية فإن آلة التصوير تكون مزودة بأدوات ضبط حركى تتحكم فى الحاسب .

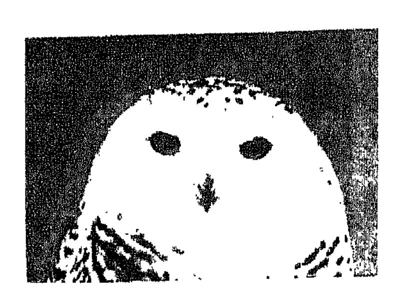
آلات التصوير إما أن تكون قادرة على تسجيل الصورة على شكل بيانات رقمية أو أن تكون موصلة مع محول يقدر على تحويل الصورة من الشكل التناظرى إلى الشكل الرقمي .

بعد ذلك يتم إدخال الصورة الموجودة على وسيط التخزين مسجلة على صورة رقمية إلى ذاكرة الحاسب لتتم معالجتها بواسطة برامج المعالجة حيث تتحدد معالم بداية التحول للصورة فإما أن يتم من أعلى لأسفل أو من أسفل لأعلى أو من أحد الأجناب كما يتم تحديد سرعة التحول التى سوف يتم بها التحول عن طريق برنامج التحويل أو تناسخ الأشكال .









معالجة الصورة تغيير الأشكال بالحاسب

المسألة تكون أكثر تعقيداً إذا كان التحول سوف يتم متضمنا الحركة ، فالعربة التى تجرى وتتحول فى خلال عملية سيرها إلى نمر يركض تتطلب قدرا أكثر من الدقة وضبط سرعة وإجراءات التحول حتى تبدأ مقدمة العربة فى التحول إلى رأس النمر وتبدأ العجلات الأمامية فى التحول إلى أرجل النمر الأمامية وهكذا مع إبقاء كل من أرجل النمر وعجل العربة على حركته .

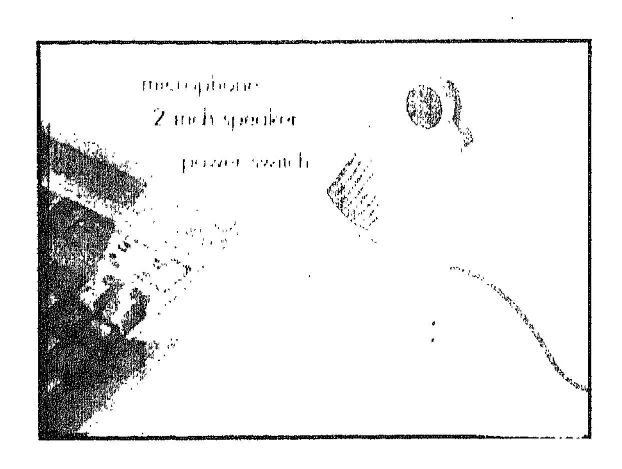
من بين التطبيقات العديدة التى تعمل فى مجال تناسخ الأشكال نضرب المثال ببرنامج MORPH PLUS الذى أنتجته شركة ASDG ليعمل على الحاسب الشخصى من نوع أميجا والذى يمكنه تحويل الأشكال بسرعة تناسب التسلسل فى عرض الصور لإستخدامها على شاشة الحاسب الشخصى أو فى صناعة (السينما) .

الصوت والموسيقى فى الاعلام المتعدد

يمكن قول الكثير عن الصوت إدخالا وإخراجا قبل ظهور الأوساط المتعددة ، كما يمكن تذكر أن الموسيقى كانت تتشكل فى الحاسب بإستخدام البرمجة لإخراج أصوات متناغمة وألحان عذبة تنقلها وحدة الإخراج الصوتى المركبة فى الحاسب أو ينقلها كابل إلى مكبرات صوت أو سماعات .

وقد كانت أجهزة الحاسب المنزلى الصغيرة تعمل على شاشة العرض المرئى موصلة بكابل مع (التلفزيون) ومتصلة بفتحة الصوت (Audio) من جهاز (التلفزيون) وكانت من أوائل الأجهزة التى إستخدمت إمكانيات مركبات الصوت للحصول على الأصوات الموسيقية بدق مفاتيح الحاسب دون وجود آلات موسيقية .

أجهزة الإدخال الصوتى كانت عبارة عن بوق (ميكروفون) حساس يوصل بوحدة تحويل رقمى لتسجل الأصوات فى الحاسب وكانت تخرج منه الأصوات إلى السماعات ، وكانت بعض البرامج قادرة على تمثيل (الفونيمات) ليخرج الصوت متكلما ببعض الكلمات المضمنة فى البرامج .



بوق (ميكروفون) للاتصال بالحاسب

الجديد فى الإعلام المتعدد هو جعل الالآت الموسيقية تتصل بالحاسب وجعلها تتلقى أوامر العزف منه وأن يتولى الحاسب تحليل النغمات الموسيقية الصادرة عن كل آلة لإعادة توزيع القطعة الموسيقية .

كانت المشكلة فى البداية تكمن فى إيجاد وسيلة تحقق الربط بين (كل) ما يصدر من (كل) الآلات الموسيقية من أصوات فى توقيتات وبين ذاكرة الحاسب والتسجيل الرقمى فيها .

بظهور بطاقة الملاقى الرقمى للآلات الموسيقية المعروف إختصارا بالحروف الأربعة من إسمه باللغة الإنجليزية (ميدى MIDI) أمكن تحقيق ربط ذاكرة الحاسب الشخصى بمجموعة الأصوات المركبة الناتجة عن الآلات الموسيقية وإمكان التحكم فى عدة آلات فى نفس الوقت .

بطاقة الملاقى الرقمى للآلات الموسيقية أو الدارة البينية الرقمية للموسيقى لم تعد بعد ذلك بطاقة منفردة ولكنها بعد فترة قصيرة من الوقت أصبحت (نظاما) تتكامل عناصره ليتضمن لوحات مفاتيح لمركبات صوتية وآلات إيقاع وعزف وطبول إستفادت من اتصالها بالحاسب لتخزين النغم على وسائط التخزين وإنشاء البرامج التى تتولى تمييز الآلات وتزويد معلومات النظام إلى الآلات المناسبة وأصبحت كلمة (ميدى) تعنى نظام الآلات الموسيقية الرقمية والحاسب والبرامج التى تدير النظام كله .

بدأ ظهور نظام (الميدى) أو الموسيقى الرقمية فى أكتوبر عام ١٩٨٢ بتوحيد إتصالات البيانات بين الحاسب الشخصى والأجهزة الموسيقية الرقمية على أساس إستخدام الوصلة البينية RS232 .

لكى يقوم المؤلف الموسيقى بتأليف قطعة موسيقية فإنه يكون بحاجة إلى :

* حاسب شخصى .

* أجهزة موسيقية رقمية .

* برنامج خاص .

* توصيل الأجهزة الموسيقية الرقمية بالحاسب عن طريق كابل ذى خمسة أطراف يوضع فى بطاقة الملاقى الرقمى للآلات الموسيقية التى توضع بدورها فى إحدى فتحات التوسع داخل الحاسب الشخصى .

بيانات الموسيقى الرقمية تتحول إلى (بايتات) تمثل الشكل المستخدم فى الحاسب وتشتمل هذه البيانات على رسائل نظام الموسيقى الرقمية إضافة إلى بيانات الأصوات الموسيقية ذاتها .

رسائل نظام الموسيقى الرقمية إما أن تكون رسائل قنوات لها عناوين للإتصال بالآلات التى يخصص لكل منها عنوان أو أن تكون رسائل نظم للتحكم فى الموجات الصوتية وزمن التكرار .

الأجهزة التى تولد النغمات الموسيقية على شكل موجات صوتية دون أن تكون لديها القدرة على الربط مع وسائل التحويل التناظرية الرقمية تسمى بالأجهزة التناظرية ، ويمكن من خلال (أجهزة التزامن) توصيلها مع الأجهزة التى تعمل فى نظام الموسيقى الرقمية بتحويل شفراتها (أصواتها التناظرية) إلى بيانات نظام أجهزة الموسيقى ذات الإتصال الرقمى .

بطاقات الاتصال الرقمى الموسيقى بين أجهزة الموسيقى الرقمية والحاسب تسمى فى بعض الأحيان بإسم « منصات » أو " محطات " أو " بينيات " الإتصال الموسيقى

الرقمى ، وقد إشتهرت بإسم بطاقات (الميدى) .

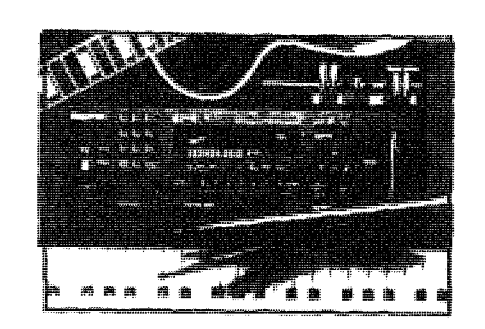
الآلات الموسيقية الرقمية الجيتار والأورج والكمان والأوكورديون والساكسوفون والطبل وغيرها يطلق عليها إسم آلات (الميدى) .

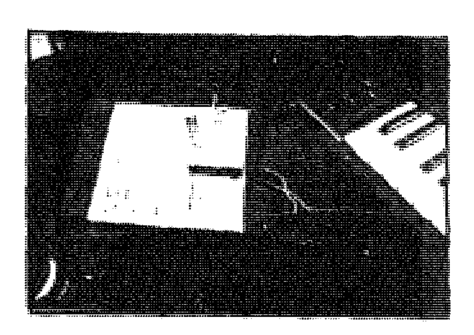
حينما تصدر هذه الآلات أصواتا موسيقية فإنها تسمى بيانات ، وتتشكل المجموعة من الآلات فى فريق متناغم (أوكستراً) ، وعندما تصدر آلة من الآلات صوتا (بيانات الاتصال الموسيقى الرقمى) فإن الآلة فى هذه الحالة تسمى (بالمراقب) وتكون الآلة الأخرى (توابع لها) .

استجدت آلات إضافية وإستحدثت معدات جديدة تناسب نظام الموسيقى الرقمية (الميدى) منها مركبات الصوت الإلكترونية وهى تتكون من لوحة للمفاتيح ودوائر للصوت وتتصل بنظام الحاسب عن طريق ثلاثة كابلات ، هى كابل الخرج Midi-out الذى تصدر عن طريقه الرسائل التى تتحكم فى النظام وكابل الدخل Midi-in الذى يمكن دوائر مركب الصوت من إستقبال الإشارات والمعلومات الخاصة بلوحة مفاتيح مركبات الصوت الأخرى ، وكابل المرور الذى يستقبل إشارات الإتصال من وسيلة التحكم الرئيسية ويسمح لها بالمرور عن طريق كابل الخرج إلى باقى الأجهزة والمعدات الموصلة به بعد أن يستخرج المركب الإلكترونى الرسائل والمعلومات الخاصه به .

من بين الأجهزة التى إستحدثت أيضا جعل جهاز الحاسب نفسه يقوم بتسجيل والتحكم فى الأصوات الرقمية وإحتوائه بالتالى على بطاقات الإتصال الرقمى إضافة إلى بطاقة معالجة صوتية لتحويل مسار الإشارات من الآلات وإليها بحيث تعمل كل الآلات فى وقت واحد وصممت لهذا الغرض أجهزة خاصة صنعت تحت أسماء تجارية منها Samplers والذى يعد حاسبا شخصيا يخصص لتسجيل الأصوات رقميا بإستخدام بطاقة المحول التناظرى الرقمى وحفظها فى ذاكرة القراءة والكتابة RAM لتتم معالجتها والتعامل معها بالتكبير والتصغير والمضاعفة والدمج وعكسها والإضافة إليها والمحو منها وإعادة تشغليها وتسريع أو ابطاء أدائها وحفظها على الأقراص بأنواعها .

أجهزة التتالى Sequencers مثال آخر لحاسبات شخصية تستخدم البرامج التتابعية وتعمل فى تسجيل رسائل الإتصال الرقمى للآلات الموسيقية الرقمية الصادرة عن أجهزة وآلات الموسيقى الرقمية .





أجهـزة موسيقـي رقميـة

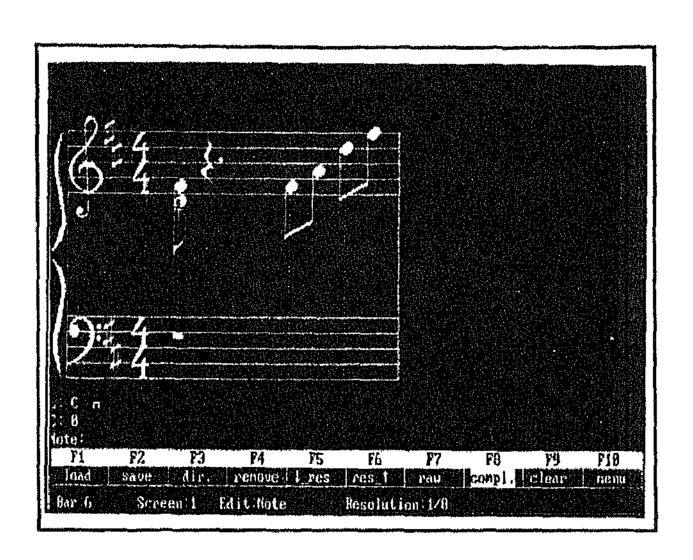
البرامج التى تدير هذه النوعية من الآلات والأجهزة تتفاوت فى قدراتها وإمكانيات الإتصال فيها وتتوافر برامج يمكن أن تحول الحاسب إلى محطة موسيقية لقيادة فرقة موسيقية من الآلات من خلال قوائم تظهر على الشاشة ، وتوجد برامج تقدر على هذا الأداء وتسمح بتكوين (نوتة) موسيقية ولكن هذه النوعية الأخيرة من البرامج تحتاج إلى خلفية موسيقية لإستخدام الآلات وإضافة النوتة وتركيبها والتحكم فى الآلات وتوزيع الموسيقى .

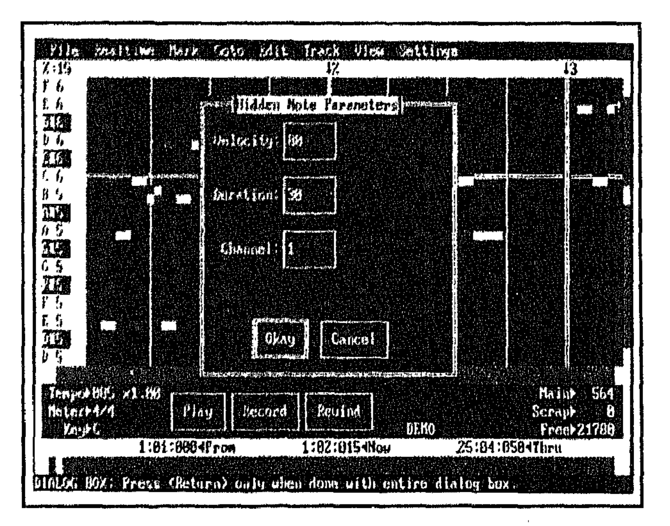
بعض البرامج الأخرى تمكن من جمع عدة قطع موسيقية تتألف من مقاطع موسيقية متعددة لتأليف مجموعة أنغام متكاملة ويحتوى النظام على أدوات تتابع تظهر من خلالها رسوم بيانية توضح القطعة الموسيقية مع إمكانية تصحيح الأخطاء فيها والإضافة إليها بما يشبه صورة معالجة البيانات .

تأليف الموسيقى عن طريق إستخدام الحاسب يتم كمثال فى حاسب أبل ماكنتوش الذى يعمل فى هذه النوعية مع الآلات الموسيقية الرقمية بإستخدام برنامج " المؤلف " وهو برنامج يحتوى على وظيفة تشغيل أكثر من آلة فى نفس الوقت ويحول هذه الألحان المأخوذة من تطبيق مسجل على القرص إلى بيانات تتابعية يتولى توزيعها على الآلات المختلفة ، ويمكن للبرنامج أن يتولى تبديل الموجة الصوتية للأصوات ومراجعتها على رسم بيانى وإستخدام برنامج " مصمم الأصوات " لتوزيع الموسيقى وتسجيلها على القرص الصلب .

بالإضافة إلى تأليف المعزوفات الموسيقية وكتابة (النوتة) لها وتوزيع الموسيقى يمكن تسجيل الأنغام و (النوت) الموسيقية لموسيقار كبير وتشغيلها فى ذاكرة الحاسب ، وكتابة

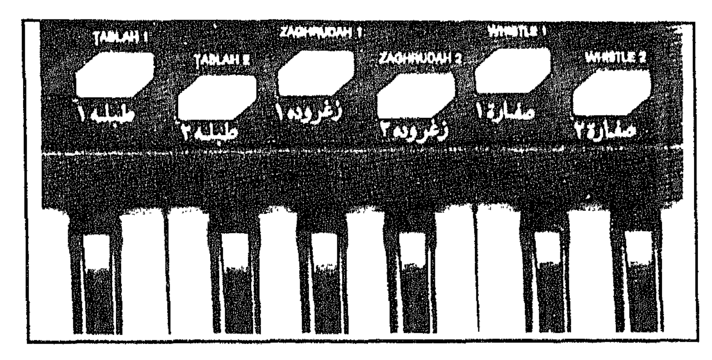
أى نوتة أخرى وتحديد طولها وسرعتها ليتمكن الحاسب من إقتباس أسلوب الموسيقار الكبير ووضع قطعة موسيقية جديدة مؤلفة تشبه معزوفات الموسيقار الكبير.





نماذج من برامج تشغيل والتعامل مع الآلات الموسيقية الرقمية

هذا وقد أنتجت الشركات العاملة فى مجال الإتصال الموسيقى الرقمى مركبات قادرة على التعامل مع الموسيقى العربية ذات التكوين الخاص الذى يتعامل مع إختلاف فى الفواصل يسمى (ربع نغمة) .



آلات إنتاج الموسيقي العربية
فى نظام الموسيقي الرقمية

الاتصالات وعالم الأعمال فى الاعلام المتعدد

يقينا فإن كل موضوع من موضوعات الذكاء الإصطناعى يحتاج إلى مجلد قائم بذاته كما أن موضوعات الإعلام المتعدد نفسها تحتاج إلى كتاب لكل موضوع يشرح تاريخ تطورها وتقنية تصنيعها وكيفية تشغيلها والأجهزة المختلفة العاملة فيها ، وإذا كان الموضوع يأخذ حيزا قليلا فكل العذر يكمن فى موضوع وحجم الكتاب .

من أجل إنجاز الأعمال بسرعة وتحقيق الدقة فيها فإن شركات الإنتاج تحولت إلى تنفيذ نتائج بحوث العلم فى مجالاته المختلفة لإنتاج جهاز من أجهزة الإعلام المتعدد يدمج تقنية الحاسب وتقنية ووسائل الاتصالات ليقدم كل أنواع المعلومات فى أى وقت وفى أى مكان .

النماذج الأولى من هذه النوعية من الأجهزة توجهت نحو قطاع رجال الأعمال عن

طريق إنتاج أجهزة خفيفة الوزن أخذت اسما رمزيا (PDA) اختصارا لكلمات المساعد الشخصى الرقمى Personal Data Assistant أو مساعد البيانات الشخصية .

تواجدت هذه الأجهزة على شكل حاسب فى حجم الكف يحتوى على وحدة قدرة كهربية على شكل (بطارية) داخلية وبإستطاعة الجهاز تمييز خط اليد عن طريق إستخدام قلم إلكترونى لكتابة التعليمات المطلوب تنفيذها أو لإدخال الوثائق المطلوب حفظها .

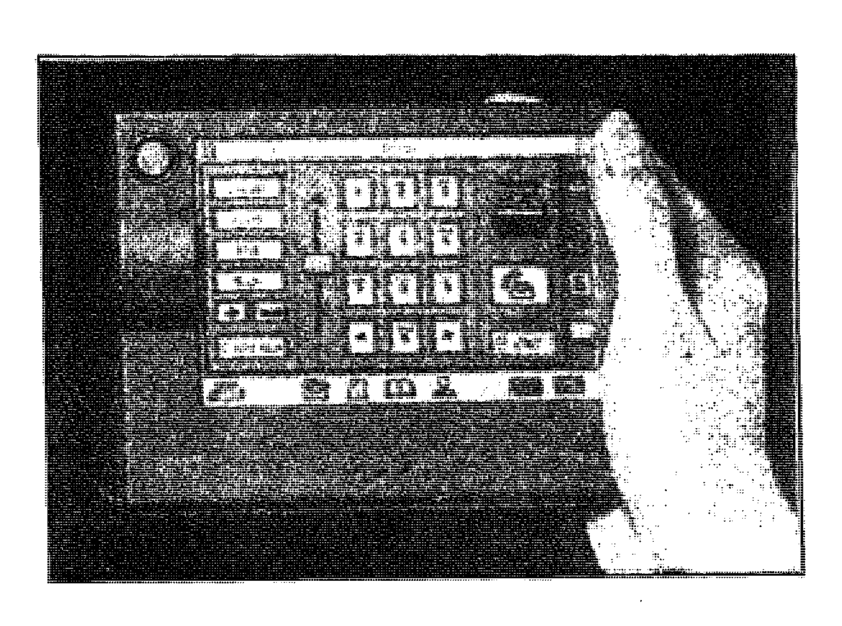
بإمكان هذه الأجهزة تحقيق الإتصال بفالبية وسائل الإتصالات ويجرى تطوير تقنية الإتصالات ليمكن نقل الكم الهائل من المعلومات والتى قد لا تستوعبها خطوط الهاتف بالسرعة المطلوبة وتحتوى على موسوعات على أقراص .

من بين هذه الأجهزة المنتجة جهاز شركة أبل الذى أطلقت عليه اسم العالم نيوتن Newton ويعتمد الجهاز على قلم إلكترونى ولا توجد به لوحة المفاتيح المشهورة فى أجهزة الحاسب كما استغنى الجهاز عن الفأرة كأداة إدخال .

عند تشغيل الجهاز يتولى برنامج مبيت تشغيل الحاسب وإظهار أيقونات (رموز) على الشاشة تبين للمستخدم المهام التى يمكن للجهاز أن يؤديها كما تحتوى الشاشة على مساحة بيضاء خالية يستخدمها المستخدم للكتابة فيها ، ويتولى البرنامج (فهم) و(تمييز) خط اليد المكتوب ثم يقوم بتحويل الحروف إلى حروف منتظمة كما لو كانت قد كتبت من



جهاز نيوتن (المساعد الرقمى الشخصى)



مساعد رقمى شخصى انتاج جنرال ماجيك

لوحة المفاتيح ، ويمكن للمستخدم تصحيحها . وتدقيق محتويات الصفحة .

عند إصدار أمر من الأوامر إلى الجهاز بواسطة القلم الإلكترونى فإن البرامج المزود بها الجهاز تمتلك نوعا من الذكاء ليتيح جعل الجهاز (مكتبا) متنقلا ، فالبرنامج يقوم أولا بتسجيل الأمر فى لائحة مهام مطلوب إنجازها ، ثم يتولى البرنامج البحث فى قاعدة البيانات التى يحتويها التطبيق عن ملحقات تنفيذ الأمر ليتولى تنفيذها .

إذا أصدر المستخدم على سبيل المثال أمرا يطلب الإتصال بالدكتور صالح إبراهيم فإن هذا الأمر يمكن إصداره كتابة أو بواسطة الأيقونة الرمزية فيقوم البرنامج بتسجيل هذه المهمة فى سجل اليوم بتوقيت الساعة حتى يمكن للمستخدم تذكر المهام التى قام بها ثم يقوم البرنامج بالبحث فى قاعدة البيانات عن رقم هاتف الدكتور صالح لإجراء الإتصال الذى يتم عن طريق الهاتف المبيت فى الجهاز والقادر على الإتصال اللاسلكى (الخلوى) .

شركة جريد Grid لإنتاج الأجهزة أنتجت جهازا أسمته Grid Pad اعتمد أيضا على القلم الإلكترونى فى إدخال البيانات وزودته ببرنامج تشغيل يحمل إسم Pen Point .

شركة إى أو EO أنتجت جهازا آخر يحتوى على هاتف ومكبر صوت للإخراج الصوتى ، وبوق للإدخال الصوتى . ويستطيع الجهاز العمل على برنامج Pen Point أو برنامج النوافذ للقلم الإلكترونى Pen Windows من إنتاج شركة ميكروسوفت .

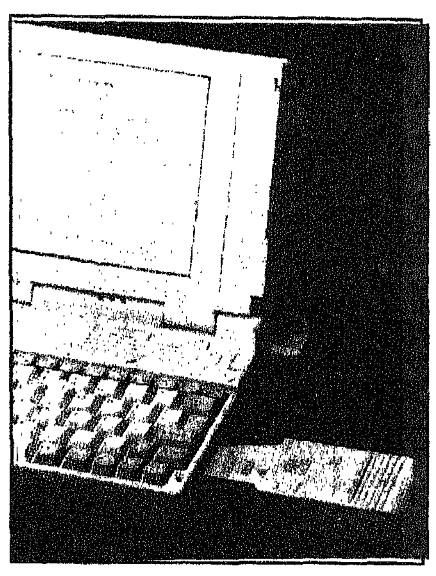
يستخدم الجهاز الناقل (أو المعدل) Modem الموجود فى داخل الجهاز لإرسال وإستقبال البريد الإلكترونى ورسائل (الفاكس) .

آلة إرسال واستقبال الوثائق من خلال الهاتف (الفاكس) يعود تاريخ اختراعها كوسيلة من وسائل الإتصال إلى عام ١٨٤٢ عندما قام العالم الكسندر بن بالتجارب الأولى عليها وظلت هذه الآلة تستخدم فى نقل البرقيات الإخبارية والرسائل المصورة والتقارير المطبوعة فى الصحف اليومية .

التطور من أجل وضع المقاييس المعيارية لهذا النوع من الآلات أضاف تحسينات استفادت بها من تصغير حجم الآلة بعد أن إعتمدت على المعايير التى وضعتها اللجنة الإستشارية للهاتف والبرق العالمية CCITT التابعة لهيئة الأمم المتحدة وأطلقت على هذه المعايير اسم المعيار الرقمى للاتصالات Group III وزادت نتيجة لذلك سرعة نقل الوثائق ودقة وضوحها .

بدأ الإنتشار السريع لآلات ارسال واستقبال الوثائق (الفاكس) فى الثمانينات عندما ازداد استخدام رجال الأعمال لها فى تدبير أمر استيراد المواد وتصدير المنتجات وحجز الأماكن وترتيب شحن البضائع والاتفاق على الصفقات .

لتحقيق الدمج بين الحاسب وآلة (الفاكس) ظهرت بطاقة (الفاكس) التى توضع فى إحدى فتحات التوسع فى جهاز الحاسب ويتم توصيلها مع الهاتف بكابل وتحتاج إلى برنامج لإدارتها ويقل سعرها عن سعر آلة (الفاكس) كثيرا جدا .



موديم خارجى
يستقبل رسائل (الفاكس)

فى العادة تستقبل آلة (الفاكس) الرسائل الوثائقية وتطبعها على الورق فى أى وقت من الأوقات ، ونظرا لإختلاف التوقيتات بين دول العالم المختلفة فقد يتم إرسال وثيقة فى ساعات الصباح الأولى بينما الأجهزة لا تعمل أو أن يكون صاحب الحاسب غير موجود .

من وجهة النظر هذه فقد أضيفت إلى بطاقات الحاسب دائرة إلكترونية للتشغيل التلقائى للحاسب عند وصول رسالة على الهاتف لنقل رسالة (فاكس) بحيث تتمكن هذه الدائرة الإلكترونية من تشغيل الحاسب وإدارة برنامج تشغيل بطاقة (الفاكس) لإستقبال الرسالة وتخزينها على القرص الصلب .

فى بعض الأحيان يكون مطلوبا إرسال الوثيقة إلى عدة جهات مختلفة ، وقد زودت البرامج التى تتولى تشغيل بطاقة (الفاكس) إمكانية الاتصال الآلى بالهاتف مرات عديدة ونشر الرسالة إلى عدة مواقع مختلفة فى أى وقت .

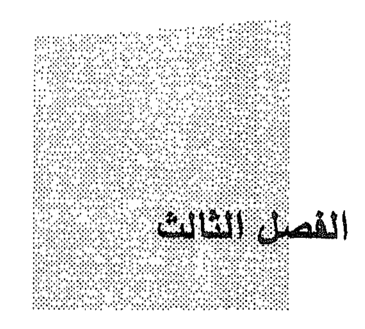
إستقبال رسائل (الفاكس) التى تقوم بتنفيذها معدات التزاوج بين الحاسب و(الفاكس) تسمح بالحصول على هذه الرسائل وتنقيحها والإضافة إليها والحذف منها

وحفظها على الأقراص الصلبة والحصول على صورة مطبوعة منها بواسطة البرامج التى تتيح أيضا تكبير وتصغير جزء أو أجزاء من الوثيقة .

تمتاز بطاقات (الفاكس) بإنخفاض تكلفتها وإمكانية معالجة الوثائق المرسلة والمستقبلة والقدرة على تحديد توقيت بث الرسائل ويعيبها إحتياجها إلى ذاكرة كبيرة وطول وقت الارسال ولكن التطوير المستمر سوف يزيل العيوب ويزيد الإمكانيات .

الفصل الثالث

النظـم الخبيـرة



الفصل الثالث

النظــم الخبيــرة

يتضـمن هذا الفصل التمـهيد لصناعة المعرفة و مفـهوم النظم الخبيـرة و مـجالات استـخدام النظم الخبيـرة و مميزات النظم الخبيرة و تركيب النظام الخبير و كيفية عمل النظام و تمثيل المعرفة فى النظم الخبيرة و بصفة خـاصة نظم الإنتاج و استـراتيجيات التـحكم و استـراتيجيـات البحث فى النظم الخبيـرة مع عرض نماذج للنظم الخـبيرة فى المجالات المختلفة و يتناول فى نهاية الفصل بعض البرامج التى تستخدم كأدوات لتكوين و بناء النظم الخبيرة مثل برنامج « اكسبرت رول » xpert rule و حافظة البرنامج كى KEE

النظم الخبيرة

العصر الحالى الذى نعيش فيه يعد بلا شك (عصر صناعة المعرفة) ، و تكمن الفروق بين نظم المعلومات و نظم المعرفة فى المحتوى و طريقة الاعداد و أسلوب المعالجة والاستخدام ، فالمعرفة هى جمع المعلومات و فحصها و استشفاف العلاقات بينها و الربط بين عناصرها و استبعاد المزيف منها و ربطها بالخبرات المتاحة لتأخذ شكلا و نطاقا يمكن الاستفادة يمكن الاستفادة به و استخدامه .

و إذا كانت الحاسبات قد أحدثت ثورة فى مختلف مجالات الحياة فقد نظر إلى أعمالها على أنها أعمال تقليدية لايوجد فيها قدر قليل من الذكاء الذى يتسم به البشر.

من هنا كان إضفاء قدر كم الذكاء على أعمال الحاسبات من الأمور التى ظلت تشغل تفكير الباحثين ، و انصبت أبحاث الذكاء الأصطناعى فى بدايتها على إضفاء صفة الذكاء العام و القدرة على التفكير فى الحاسبات ، غير أنها لا قت فشلا ذريعا فتوجهت نحو تطوير برامج متخصصة يحتضنها الحاسب تمكنها من الأستجابة بمرونة توصف بأنها ذكية وكان نجاح الباحثين يعتمد اعتمادا كبيرا على دراسة مظاهر السلوك الذكى عند الإنسان و محاولة محاكاته فى برامج توضع على الحاسب ، و قد حققت مثل هذه الأبحاث نجاحا فى مجالات متعددة ، منها مجالات النظم الخبيرة و منظومات اللغات الطبيعية و إدراك الحاسب (فهم الكلام و الرؤية) و الروبوت و البرمجة الألية و إثبات النظريات و تعلم الحاسبات و ألعاب الحاسبة .

تعد النظم الخبيرة من أكثر المجالات نجاحا ، و بدأت فى الخروج من طور البحث إلى الاستعمال التجارى ، و جرى فى البداية التركيز على مجال النظم الخبيرة لأن بقية المجالات كانت تجابه الكثيرمن الصعوبات ، و أثبتت هذه النظم الخبيرة كفاءة فى مجالات متعددة ، و أمكن تطبيقها فى كثير من التطبيقات التجارية فى الشركات و المؤسسات الصناعية و غير

الصناعية ، و ظهرت منظومات خبيرة ناجحة فى مجالات التشخيص الطبى و التحليل الكيميائى و الاستكشافات الجيولوجية وتصحيح الأعطال و التصميم الهندسى و فى مجالات البنوك و الأستثمار و القضايا القانونية و بيع العقارات و الممتلكات .

يتوقع أن تغزو النظم الخبيرة كافة المجالات التى يتطلب العمل فيها وجود خبراء متخصصين ، و قد ساعد التطور الهائل فى تقنية تصنيع المكونات و البرامجيات ، و التطور فى مجال منظومات اللغات الطبيعية على تطوير نظم خبيرة تعتمد على اللغات الطبيعية كواجهة أمامية بين المستعمل و المنظومة الخبيرة مما سيؤدى إلى وجود مرونة فى التعامل مع النظم الخبيرة .

من ناحية أخرى فإن أبحاث مجال هندسة المعرفة ، و هو المجال الذى يختص ببناء المنظومات الخبيرة ، تتركز نحو إيجاد أفضل السبل اللازمة لبناء نظم خبيرة كبيرة باستخدام المعالجة المتوازية ، و التى تعد من الأمور الهامة التى توفر معالجة متوازية تمكن من معالجة قواعد معرفة ذات حجم كبير .

و لعله من المناسب أن نتناول بقليل من العرض هذا التاريخ الذى بدأ من عنده التفكير فى هذه النظم التى لا تعد فى الوقت الحالى من أهم تطبيقات الذكاء الأصطناعى فقط ، و إنما يبدو أنها تتطور لتكون الوعاء الذى تصب فيه كافة الأبحاث و التطورات التى تجرى فى مجال الذكاء الأصطناعى ، إذ أصبحت نظم اللغات الطبيعية و الرؤية فى الحاسب يطلق عليها النظم الخبيرة للرؤية و النظم الخبيرة لمعالجة اللغات الطبيعية .

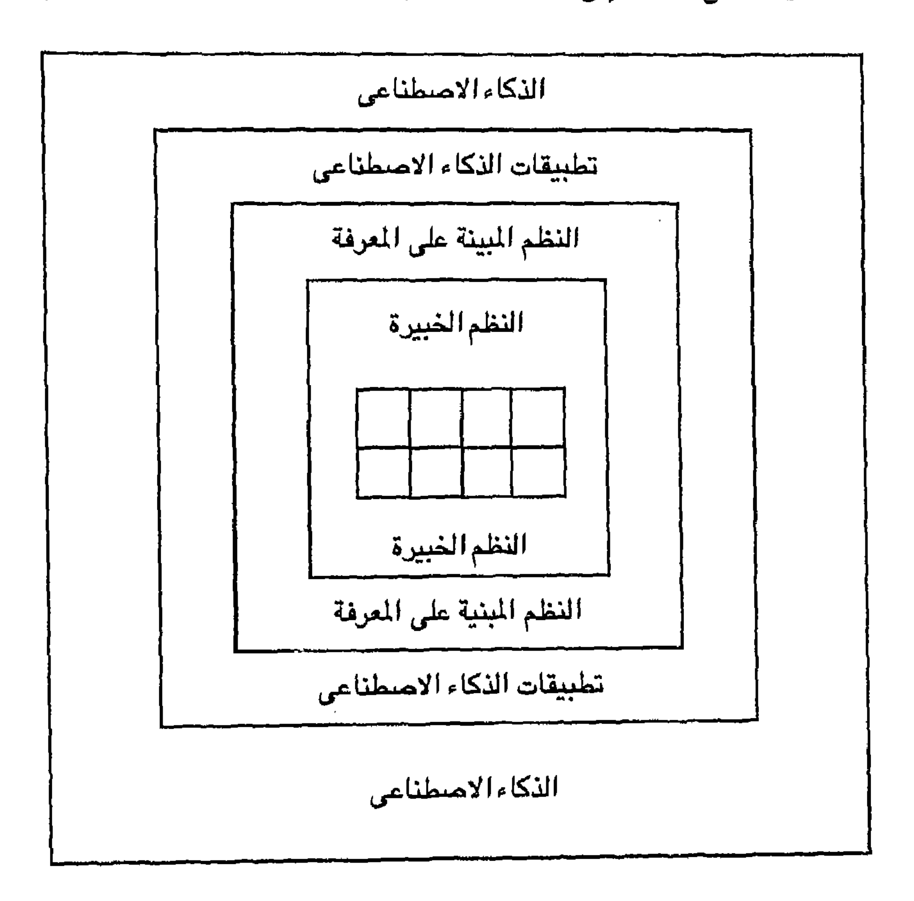
فى نوفمبرعام ١٩٨٨ جرت دورة للشطرنج فى ولاية أوهايو الأمريكية أنضم إليها حاسب به برنامج للعب الشطرنج إلى اللاعبين الأخرين ، و استطاع الحاسب أن يكسب المركز الأول فى هذه الدورة بالفوز فى أربع مباريات و التعادل فى الخامسة و مع ذلك فإن لعب الشطرنج هو كل ما كان يستطيع هذا الحاسب أن يفعله .

فى عام ١٩٥١ أجتمع عشرة علماء فى معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا لبحث أسرار الذكاء الأصطناعى ، و كانت لكل منهم فكرته الخاصة عما يمكن للجهاز أن يكون عليه

إلا إنهم اتفقوا على أمر واحد : و هو أن الأجهزة الموجودة فى ذلك الوقت ليست هى الأجهزة الصالحة ، و قبل أن تمضى سنة واحدة كان مينسكى ، و هو واحد منهم ، قد انطلق فى محاولة لصنع جهاز قادر على التعلم .

كان الجهاز الذى صنعه مينسكى مصمما ليشبه الطريقة المرتبة بها شبكة الأعصاب فى الرأس و التى تحدثنا عنها من قبل .

و لكن النتائج أشارت إلى أن الوقت كان مبكرا جدا لمحاكاة رأس الأنسان و إمكانية



موقع النظم الخبيرة كنظم مبنية على المعرفة
من تطبيقات الذكاء الاصطناعى

التعلم فيه إذ لم يكن معروفا كيفية عمل خلايا المخ و كيفية ترابطها كما بينا .

كانت الخطوة التالية هى إعادة التفكير فى كيفية عمل الحاسب فالطريقة المعتادة لبرمجة حاسب ما هى إلا وضع مجموعة من الأعداد فى ذاكرته ثم إصدار الأوامر إليه بأن يقوم بعمليات معينة على هذه الأعداد .

و من منطلق إعادة التفكير فى برمجة الحاسب فقد نظر إلى ما عرفه المبرمجون المبكرون من أن « الشرطيات » التى تساعد فى توجيه « التفكير » تحمل تشابها مميزا مع ما هو معروف باسم « التفكير المحكم » ، فعندما ينهمك الإنسان فى حل مشلكة ما فإنه يقضى معظم الوقت فى إدارة المعرفة لا فى اختراعها .

على سبيل المثال ففى حالة القيام بمهمة بسيطة كقيادة السيارة فإن الأمر يستلزم من الإنسان الأخذ باستمرار بآلاف عديدة من القواعد المبنية على : الشرطيات « إذا كان كذا ..عندها تفعل كذا » مثل : (إذا كانت الإشارة حمراء فيجب أن أتوقف) ، و (إذا انحرف الطريق يمينا و جب إدارة عجلة القيادة فى هذا الاتجاه) .

و لما كان باستطاعة الإنسان الاحتفاظ بالقواعد على صورة شرطيات « إذا كان كذا وكذا ، فعندها يكون كذا و كذا » فى الذاكرة ، فإنه يقوم بتنفيذها عندما يكون بحاجة إليها ، فإذا ما وصلت به السيارة إلى طريق مسدود فإنه لا يبحث بوعى عن كل قاعدة يعرفها قبل أن يوقف السيارة ، بل إنه يعثر (بطريقة ما) ، (و بسرعة ما) ، على شرط « إذا » الذى يطابق الحالة ، و يقوم بتطبيقه .

منذ الستينات صارت معظم برامج الذكاء الأصطناعى المفيدة موضوعية تحت هذا النوع من محاكاة الشرطيات « إذا ـ عندها » ، و يتألف كل من هذه الأنظمة (المعتمدة على القواعد) من مجموعة معطيات من المعرفة ، و نظام إدارة لتطبيقها ، و تم تطوير هذه الأنظمة المعتمدة على القواعد فيما سمى بالنظم المبنية على القواعد أو النظم الخبيرة المبنية على قواعد المعرفة .

تستخدم المعالجة المعتمدة على القواعد اليوم لتطوير « أنظمة خبيرة » تحول الحاسب

إلى جهاز متخصص فى حقل المعرفة ، بنظام متكامل من قواعد البيانات و قواعد النماذج و التى تساهم في تحليل المعلومات و إستنباط النتائج و حل المشكلات التى تواجه متخذى القرار . كان أحد أوائل هذه الأنظمة الخبيرة عبارة عن برنامج طبى تجريبى عرف باسم ميسين MYCIN جرى تطويره فى السبعينات ، و جهز هذا البرنامج بمجموع معطيات من المعلومات حول حالات العدوى الجرثومية و المضادات الحيوية ، و صمم ليبحث فى الأمراض و المداواة و التأثيرات الجانبية و ليقترح عددا من المعالجات و الأدوية الممكنة ، ثم ليساعد الطبيب على اختيار الأفضل من بين هذا كله .

كان البرنامج الآخر الذى وضع فى السبعينات و سمى « برو سبكتور » قد صمم لدراسة أعمال المسح الجيولوجية و اقتراح مواقع الحفر الواعدة .

فى الثمانيات توفرت الأنظمة الخبيرة فى ميادين لا حصر لها ، و لكن هذه الأنظمة ما زالت عبارة عن « علماء أغبياء » فذاكرتها ملأى بالحقائق ، و لكنها الحقائق التى صبها فيها المبرمجون ، و هى ليست قادرة على التعلم بنفسها .

المنظومات الخبيرة أو النظم الخبيرة أو نظم الخبرة Expert System تعد واحدة من أكثر مجالات الذكاء الاصطناعى نجاحا من الناحيتين التطبيقية و التجارية ، كما تعد أول مجالات الذكاء الاصطناعى التى بدأت فى الانتقال من المراكز البحثية إلى التطبيق العملى بتطبيقاتها الواسعة ، و قد زاد التركيز على هذا المجال نتيجة للنجاح الكبير الذى تحقق فيه.

لما كان الخبير البشرى هو ذلك الشخص الذى يملك تجربة كبيرة وواسعة فى مجال تخصصه ، فإن الخبراء على اختلاف تخصصاتهم يتميزون بأنهم يملكون معرفة كبيرة فى مجال عملهم ، و هذه المعرفة الناتجة من خلال تجاربهم الطويلة فى حياتهم العملية و التى تجمعت لديهم على شكل قواعد و أحكام يمكن لها أن تنتهى بنهاية حياة هذا الخبير دون الحفاظ عليها أو استثمارها و تنميتها .

و تتميز المعرفة بالكم الكبير و الدقة البالغة و استمرارية التغير ، و يمكن القول بأنه يمكن تصنيف المعرفة بصورة عامة إلى صنفين :

المعرفة العامة Public Knowledge و هى المعرفة المتاحة فى الكتب و المجلات ووسائل الاعلام المرئية و المسموعة و غيرها من المصادر الأخرى للمعرفة و يمكن الحصول عليها من خلال القراءة و المطالعة و المشاهدة و الاستنتاج و غيرها .

المعرفة الخاصة Private Knowledge و هى تلك المعرفة التى تجمعت لدى الخبير من خلال تجربته الطويلة فى مجال عمله و تكون فى الغالب حكرا عليه و لا تجد طريقها إلى النشر ، و تعد المعرفة الخاصة الأساس الذى يعتمد عليه الخبير عند اتخاذ أى قرار معين أو عند إبداء المشورة معينة .

و إذا كان الخبير قادرا على إبداء الاستشارات و إعطاء القرارات الصائبة لأنه يملك معرفة خاصة ، فإن الحاسبات يمكن لها أن تسلك سلوكا متشابها إذا زودت بهذه المعرفة باستخلاص المعرفة الخاصة من الخبراء وإعادة صياغتها على شكل برامج تحتضنها الحاسبات ، و من ثم الحصول على حاسبات خبيرة فى مجالات محددة و يطلق على النظام ككل النظم الخبيرة Expert System .

نظرا لاعتماد البرامج التى تزود بها الآلة بصورة أساسية على المعرفة التى تحتضنها ، ففى الغالب تسمى هذه النظم باسم النظم المبنية على قواعد المعرفة Knowledge- based- system ، كما يطلق على مجال العمل فى هذا المجال اسم هندسة المعرفة Knowledge Engineering .

من هذا يمكن القول بأن برامج النظم الخبيرة تقوم بذلك الدور الذى يقوم به الخبير البشرى فى واحد من حقول المعرفة ، و بما يمكن من استخدام النظام الخبير فى هذا الحقل ، و على سبيل المثال فإنه إذا توافر نظام خبير فى مجال الطب فإنه يمكن أستخدامه بتغذيته بالبيانات الخاصة عن الحالة المرضية من درجة حرارة المريض وضغط الدم وغيره من أعراض المرض ليقوم الحاسب بتشخيص الحالة ووصف العلاج المناسب .

على ذلك فإن الهيكل البنائى للنظم الخبيرة سوف يختلف عن هيكل البرامج العادية ، و يجب أن تتوافر فيه مقومات أساسية لتنفيذ هذا الأداء ، و تتوفر فى نظم المعرفة المقومات الأساسية الآتية :

.. وسيلة جمع و إكتساب المعرفة و تنقيتها عن طريق الحصول عليها من المصادر البشرية و المادية و غيرها ، و يقوم بهذه المهمة مهندس المعرفة عن طريق الاستفسار من خبراء المجال و القيام بتحليل المعلومات و المعارف و تنسيقها و تحديد أسلوب استغلالها و تطبيقها .

.. أساليب تمثيل و تخزين حصيلة المعرفة التى تم تجميعها و تحليلها و ذلك على هيئة قاعدة معرفة قابلة للتحديث بالإضافة إليها أو الحذف منها أو التعديل فيها .

.. وسيلة استغلال محتوى قاعدة المعرفة فى حل المسائل و الإجابة عن الأسئلة التى تعرض عليها .

.. وسائل آلية لاستنتاج و استخلاص المعارف و تطبيقها لحل المسائل و إعطاء التفسير .

.. أساليب تنميط Modellimg المشاكل و محاكاة Simulation عملها و تقييم بدائل حلولها للوصول إلى أفضل الأختيارات الممكنة .

مجالات استخدام النظم الخبيرة

تستخدم النظم الخبيرة فى مجالات متعددة لا يمكن بحال حصرها نتيجة التطور الكبير الذى شهدته ، كما أن المجالات التى يمكن أن تستجد فيها استخدامها لا تقف عند حد ، و إذا كانت النظم الخبيرة تستخدم فى الوقت الحاضر فى :

تشخيص الأمراض .

و تشخيص أعطال الأجهزة الألكترونية المعقدة .

و تقييم المشاريع الأستثمارية .

و فى تداول الأسهم المالية .

وإتخاذ قرارات منح القروض فى البنوك .

و تخطيط و تنظيم الرحلات الجوية و البحرية و البرية .

فإن المجالات العديدة التى تعمل فيها النظم الخبيرة و التى يمكن لها أن تلعب فيها دورا مؤثرا فى المرحلة القادمة تمتد على نطاق واسع من المجالات منها :

المجال الهندسى بالقدرة على وضع و فحص خطوات التصميم المختلفة و أسلوب تنفيذها و إبداء الأستشارات الهندسية للمشاكل المعقدة التى تواجه المهندسين .

المجال الطبى بتشخيص الحالات المرضية المعقدة و مساعدة الطبيب فى وصف العلاج اللازم و الاشراف على المرضى فى غرف الأنعاش .

المجال العسكرى فى إتخاذ القرارات وقت نشوب المعارك و تحليل المواقف و إعداد الخطط العسكرية و الأشراف على تنفيذها .

فى الحياة العامة بتوفير استشارات لربة المنزل فى الطبخ و صيانة الآلات المنزلية و المساعدة فى تنظيف المنزل و غسل الملابس و غيرها .

مجال الأعمال و التجارة بالقيام بتحليل السوق و مساعدة رجال الأعمال فى إتخاذ القرار.

مجال الصناعة فى عمليات مراقبة خطوات التصنيع المختلفة و إتخاذ القرار فى المواقف الطارئة و تنفيذ الأعمال التى تتم فى ظروف بيئية غير مناسبة .

مجال التعليم بالقيام بواجب المعلم فى تشخيص أخطاء الطلاب و إبداء الاستشارة اللازمة لإكسابهم المعرفة الصحيحة .

و لقد كانت هذه المجالات و حتى زمن قصير تبدو و كأنها من أحلام الفلاسفة و مجالات الخيال العلمى الباهر إلا أنه يمكن القول بأن الكثير منها حاليا فى مجال الواقع و البقية من المجالات سوف تكون فى القريب العاجل فى متناول الناس فى الحياة العامة .

مميزات النظم الخبيرة

لما كان الحاسب لا يصاب بالأرهاق ، و لا تخضع قراراته لحالته النفسية ، و لا يعرف مجاملة الرؤساء و محاباة صاحب العمل و منافقة القيادات وممالأة العاملين و المحسوبية للمعارف و ذوى السلطان ، فإن إمتيازاته فى هذا المجال تعد واعدة فى استخدامه فى النظم الخبيرة ، إضافة إلى انطباق معظم مميزات الذكاء الأصطناعى على النظم الخبيرة و تميزها بمميزات إضافية من أهمها :

.. التخصص فى حقول المعرفة لحل المشاكل فهناك النظم الخبيرة فى مجال الطب الباطنى و النظم الخبيرة فى مجال تصميم الدوائر الألكترونية ، و غيرها للتنبؤ بالأحوال الجوية .

.. قدرة النظام الخبير على القيام بأداء مهام معقدة نظرا لاحتوائه على معارف خبراء متعددين فى المجال مما يؤهله للقيام بها على مستوى يجارى إن لم يتفوق على الخبرات البشرية فى المجال نفسه .

.. وجود إمكانية التعليل و التفسير فى بناء النظام الخبير مما يؤدى إلى إمداد المستخدم بمبررات القرار المتخذ .

.. انتشار شبكات الحاسب أتاح ميزة وضع برنامج نظام خبير على الشبكة لاستفادة جميع مستخدمى الشبكة به مما يتيح توفير المعرفة و الخبرة لمستخدمى الشبكة .

.. صيانة المعارف البشرية من الفقد أو الضياع أو التشوه إذ أن غالبية المعارف تكون محصورة فى قلة من الخبراء غالبا ما يؤدى فقدانهم إلى خسارة كبيرة ، و على ذلك فإن النظم الخبيرة تعد مستودعا أمينا لهذه الخبرة .

.. تقليل نفقات إستئجار الخبراء و إستخلاص الخبرة و جعلها متاحة فى متناول الكثير و إستثمارها فى كافة المجالات .

تركيب النظام الخبير

يمكن تركيب النظام الخبير بطرق مختلفة وهو بصفة عامة يتركب من مكونات تتحدد بناء على الوظيفة التى يقوم بها وعلى المجال الذى يتخصص فيه وعلى أسلوب تمثيل المعارف به وأستراتيجية التحكم ، وبناء على هذه العوامل التى تحكم تركيبه فإنه يتكون على الأقل من الأجزاء الرئيسية التالية :

١ – قاعدة معرفة (Knowledge Base) :

٢ – آلة استدلال (Inference Engine) .

٣ – وحدة تعامل مع المستخدم (User Interface) .

٤ – وحدة إمكانية التوضيح (Explanation Facility) .

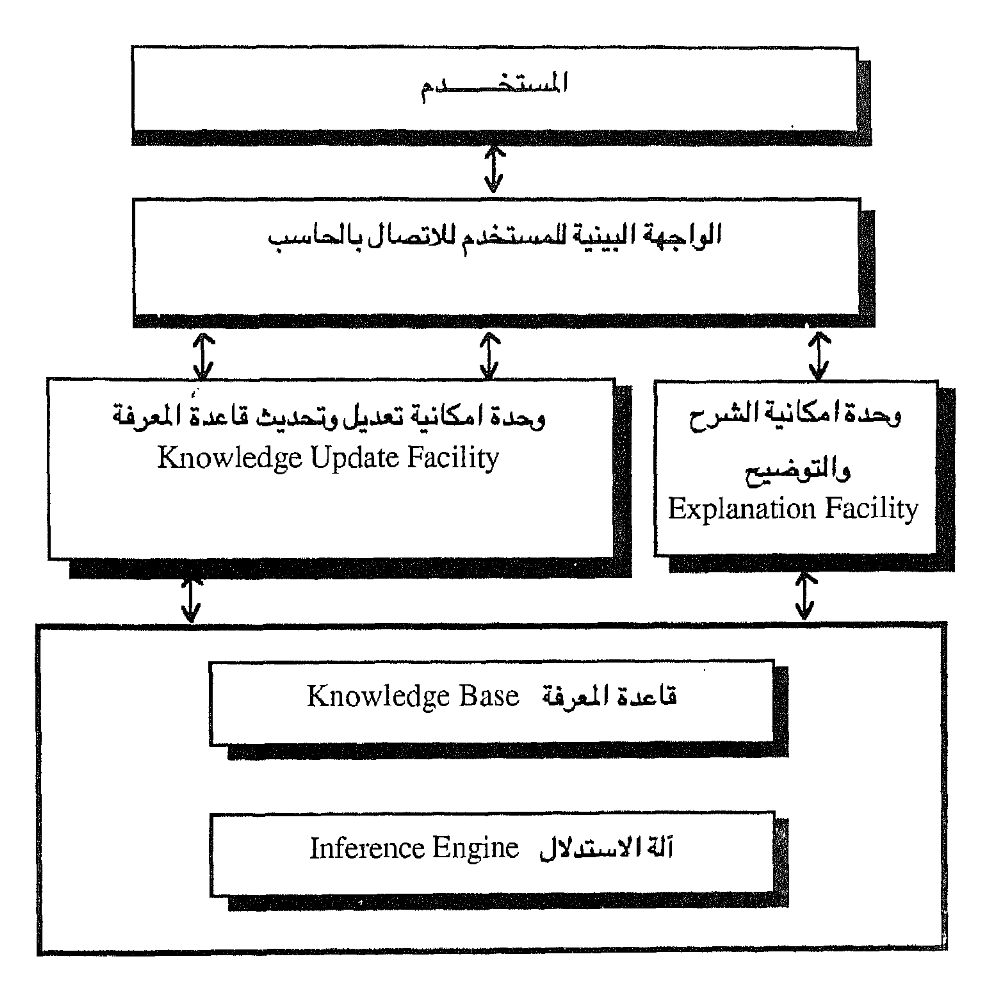
٥ – وحدة إمكانية تحديث المعرفة (Knowledge Update Facility) .

قاعدة المعرفة

قاعدة المعرفة هى الجزء الذى يحتوى على المعرفة والخبرة المكتسبة من التجارب العملية فى مجال تطبيق النظام الخبير ، وتمثل المعرفة فيه على شكل قواعد تربط بين موقف معين وبين رد الفعل المطلوب لمثل هذا الموقف ، ويشبه هذا التمثيل الأسلوب الذى يتبع فى تمثيل المعرفة البشرية .

يتم الربط بين (الحالات) و (السلوك) فى شكل قاعدة تتكون من جزأين : الأول فيهما هو جزء الشرط « إذا » : والثانى هو جزء الاستجابة للشرط أو السلوك عند تحقق الشرط « إذن » على شكل :

(إذا) كان كذا



الهيكل البنائى للنظم الخبيرة

(إذن) نفعل كذا

ومتى ما تحققت صحة شرط « اذا » يكون التصرف هو جواب الشرط ، وقد تحتوى القاعدة الواحدة على أكثر من شرط أو حالة يجب أن تتحقق حتى يتم تنفيذ التصرف الذى يمكن أن يكون أيضا أكثر من تصرف واحد :

إذا كان حالة ١

وكان حالة ٢:

إذن نفعل كذا

ونفعل كذا

ولكى ينفذ التصرف أو السلوك الذى تحتويه القاعدة فإنه يجب أن تتحقق الشروط (حالات « إذا » كلها) وفى بعض الأحيان تسمى الحالات (الشروط) بالمقدمات أو المعطيات ، ويسمى السلوك بالنتائج ، كما أن ربط الموقف قد يكون على شكل ضرورة تحقق كافة الشروط حتى يتم تنفيذ التصرف ، وقد تكون القاعدة مبنية بحيث أنه إذا ما تحقق شرط أو بضعة شروط فإن التصرف أو السلوك أو النتيجة تتم فمثلا .

إذا كان كذا

وكان كذا

أو كان كذا

إذن يكون كذا

وتستخدم التسمية (إذا كانت (الحالة كذا) إذن يكون (السلوك) كذا) مع النظم المبنية على القواعد الموجهة للتركيب لأن القواعد فى هذه المنظومات تربط عادة بين حالات وسلوك .

إذا كان (الحالة) كذا

إذن فالسلوك يكون كذا

بينما تستخدم تسميه المقدمات والنتائج مع النظم الموجهة للتحليل لأن القواعد فيها تربط بين مقدمات ونتائج على صورة .

إذا كانت المقدمة كذا

إذن فالنتيجة تكون كذا

وبالطبع لايتغير عمل القاعدة بالمسمى الذى تسمى به

لتوضيح عمل القاعدة فإن المثال التالى يتكون من قاعدة لها مقدمات ونتائج على الصورة التالية :

إذا كان :

محرك السيارة يبدأ الدوران والسيارة لاتتحرك .

والبطارية مشحونة .

ومبدىء الحركة (Starter) جيد .

إذن فالسيارة خالية من الوقود .

من مثل القاعدة البسيطة مع مجموعة أخرى من القواعد يمكن بناء نظام خبير لصيانة السيارات ، وتتكون القاعدة فى هذا المثال من مقدمات اذا ما تحققت صحتها كلها فإن النتيجة تكون أن « السيارة خالية من الوقود » ، أما إذا تم التحقق من صحة واحدة أو أثنتين من المقدمات فإن النتيجة لاتتحقق .

وفى الواقع فإن الخبير البشرى يمثل المعارف التى يملكها على هيئة نظام مماثل من

الأحكام والقواعد التى تربط بين مقدمات ونتائج (أو حالات وسلوك) ، وغالبا ما تكون هذه القواعد بسيطة ومجزئة مما يجعل من السهل تطبيقها .

آلـــة الاســتـــدلال

عند كتابة المعرفة فى مجال من المجالات على شكل قواعد تربط بين مقدمات وسلوك فإن هذه الجمل تكتب فيما يسمى بقاعدة المعرفة والتى تحتوى على هذه المعارف ، وتشكل آلة الاستدلال (وسيلة الاستنتاج) Inference engine مع قاعدة المعرفة الأساس البنائى للنظام الخبير ، وآلة الاستدلال تتميز بعدم اعتمادها على نوعية التطبيق أو المجال الذى يعمل فيه النظام الخبير بعكس قاعدة المعرفة .

البرنامج الذى يقوم بوظيفة آلة الاستدلال ، (هذا البرنامج قد يطلق عليه اسم جهاز الاستدلال أو وسيلة الاستدلال) ، هو برنامج الغرض منه هو التحكم فى تطبيق القواعد والحقائق الموجودة في قاعدة المعرفة وقاعدة الحقائق بأسلوب معين للوصول إلى نتيجة معينة من مجمل هذه الحقائق والقواعد بالتحكم فى ترتيب تطبيقها .

وعلى ذلك فبرنامج آلة الاستدلال (Inference Engine) ، يقوم بفرز وترتيب واختيار القواعد والحقائق المناسبة والمخزنة فى قاعدة المعرفة ليصل إلى حل للمشكلة مستخدما المعلومات والبيانات المتعلقة بالمشكلة المعروضة على النظام الخبير بما يستلزمه ذلك من استنتاج قواعد إضافية أو الاستفسار عن حقائق من المستخدم واستنباط (من القواعد والحقائق) المسببات التى تؤدى إلى حل المشكلة .

وتستخدم أساليب متعددة لبناء الاستدلال المنطقى فى البرامج التى تقوم بوظيفة آلة الاستدلال منها الاستدلال الاجرائى والتسلسل المتقدم والتسلسل المتقهقر .

وحدة التعامل مع المستخدم (User Interface)

هى الوسيلة التى تستخدم ليتمكن بواسطتها المستخدم من الاتصال مع الحاسب وقد

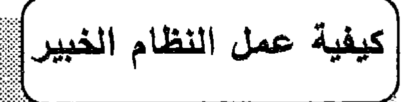
تكون فى صورة حوار بين الحاسب والمستخدم سواء أكان الحوار باستخدام اللغة المكتوبة أو المنطوقة بلغة التخاطب العادية للمستخدم ، أو قد تكون على صورة ادخال بيانات المشكلة والإجابة عن الاستفسارات التى توجه إليه من برنامج النظام الخبير أو أن تكون على شكل قوائم أو غيرها من الوسائل .

وحدة امكانية التوضيح (Explanation facility) .

لما كان برنامج آلة الاستدلال يقوم بانتقاء القواعد والحقائق المناسبة للوصول إلى حل للمشكلة ، فإن ذلك يستلزم ضرورة قدرة البرنامج على الاستنباط من القواعد والحقائق للمسببات التى تؤدى إلى حل المشكلة ، وبالتالى فإن عليه أن يزود برنامج النظام الخبير بالقدرة على توضيح المسببات التى بنى عليها اتخاذ الحل للمشكلة من خلال برنامج يوضح ويفسر للمستخدم أسباب الوصول إلى هذا الحل .

وحدة التحديث

يحتوى النظام الخبير على جزء لخزن الحقائق أو البيانات المعطاة من قبل المستخدم أو خزن الحقائق التى يستنتجها النظام الخبير من خلال تطبيق القواعد والحقائق وعلى ذلك فإن البرنامج الذى يقوم عليه النظام الخبير يجب أن يزود بامكانيته على تحديث الحقائق بالإضافة إليها أو التعديل فيها أو الإلغاء منها حتى يمكن له أن يتزود بالجديد والصحيح من الحقائق ويسمى هذا الجزء من البرنامج بوحدة إماكنية التحديث والتعديل .



لتوضيح عمل النظام الخبير نقول أن القواعد التالية مكتوبة فى قاعدة المعرفة :

قاعدة ١

إذا كان ١ محرك السيارة يبدأ الدوران لكن السيارة لاتتحرك .

و ٢ البطارية مشحونة .

و ٣ مبدىء الحركة جيد

إذن السيارة خالية من الوقود

قاعدة ٢

إذا كانت ١ مصابيح السيارة جيدة

و ٢ المصابيح تضىء عند توصيلها

إذا البطارية مشحونة

ولنفرض أن المستخدم كتب الحقائق التالية بعد تشغيل برنامج النظام الخبير عندما ظهر أمامه استفسار يسأله عن الحقائق الموجودة لديه فكتب :

حقيقة ١ محرك السيارة يبدأ الدوران لكن السيارة لاتتحرك .

حقيقة ٢ مبدىء الحركة جيد

يبدأ برنامج جهاز الاستدلال فى البحث فى قاعدة المعرفة عن القواعد الموجودة لتطبيقها مستفيدا بالحقائق المتوفرة التى كتبها المستخدم ، ولنفترض أنه قد بدأ فى تطبيقه للقواعد بالقاعدة الأولى والتى تحتوى على مقدمات على شكل حقائق يجب البحث فى قاعدة المعرفة عن تواجدها حتى يصل إلى الاستنتاج المبين فيها أو النتيجة لها :

١ - محرك السيارة يبدأ الدوران لكن السيارة لاتتحرك .

٢ - البطارية مشحونة .

٣ - مبدىء الحركة جيد .

- المقدمة الأولى موجودة كحقيقة كتبها المستخدم .
- المقدمة الثانية مجهولة وغير معروف كنهها .
- المقدمة الثالثة مثبتة كحقيقة كتبها المستخدم .

يبدأ برنامج آلة الاستدلال التحقق من المقدمة الثانية ، ومن الطبيعى أن يبدأ البحث أولا فى نتائج القواعد الأخرى الموجودة فى قاعدة المعرفة وهى

قاعدة ٢

إذا كانت ١ مصابيح السيارة جيدة

و ٢ المصابيح تضىء عند توصيلها

إذا البطارية مشحونة

ولما كان البرنامج لايوجد لديه أى معلومات أو قواعد أو حقائق أخرى مخزنة فإنه لن يحصل على نتيجة معينة من القاعدة الثانية التى قام بالبحث فيها ، ولذلك فإن البرنامج مطالب بأن تكون لديه إمكانية الاستفسار من المستخدم عن الحقائق الغائبة ولذلك فإنه سوف يكون مزودا ببرنامج لتوجيه سؤال إلى المستخدم عن الحقيقة الغائبة لكى يحصل من جواب هذا السؤال عن حقيقة يربط بينها وبين الحقائق المحتواة فى قاعدة المعرفة للوصول إلى نتيجة للمشكلة .

ولما كانت القاعدة الثانية عند استخدامها تعطى حقيقة تفيد التأكد من أن « البطارية مشحونة » ، فإن آلة الاستدلال للاستفادة بهذه النتيجة سوف تتناول القاعدة الثانية بالتطبيق .

القاعدة الثانية لها مقدمتان لاوجود لهما فى قاعدة المعرفة أو فى الحقائق المكتوبة بواسطة المستخدم ، وعلى ذلك فإن برنامج النظام الخبير من خلال وصلة المستخدم سوف

يكتب استفسارا عن هاتين المقدمتين ، فإذا ذكر المستخدم من خلال إجاباته على النظام الخبير أن :

- ◆ مصابيح السيارة جيدة
- ◆ المصابيح تضىء عند توصيلها

اذن سوف تستدل آلة الاستدلال على أن :

« البطارية مشحونة » .

وهى حقيقة ثالثة تضاف إلى الحقيقتين السابقتين اللتين قام المستخدم بامداد النظام الخبير بهما وبالتالى أصبحت الحقائق المتوافرة هى :

حقيقة ١ : محرك السيارة يبدأ الدوران لكن السيارة لاتتحرك .

حقيقة ٢ : مبدىء الحركة جيد .

حقيقة ٣ : البطارية مشحونة .

مما جعل المقدمات كلها فى القاعدة الأولى حقائق ثابتة مما يمكن آلة الاستدلال من الوصول إلى نتيجة أن :

السيارة خالية من الوقود .

وهى حقيقة أخرى أضيفت إلى مجمل الحقائق الموجودة فى النظام فى هذه الحالة فقط بالطبع .

يمكن ملاحظة أنه يمكن إضافة قواعد أخرى قاعدة المعرفة دون إحداث تغيير فى برنامج آلة الاستدلال ، كما أن القواعد مستقلة عن بعضها ذلك أن أية قاعدة لايمكنها استدعاء قاعدة أخرى ، وإنما يمكنها الاستفادة من نتائج القواعد الأخرى عند استخدامها

بما يتيح ذلك إمكانية حذف أية مجموعة من القواعد من دون أن يؤثر ذلك على عمل النظام الخبير.

تمثيل المعرفة فى النظم الخبيرة

اختيار الأسلوب الملائم لتمثيل المعرفة يتعين الجمع بين سهولة وصف معرفة الخبير وقراءتها وبين كفاءة عمليات المعالجة الآلية .

تتبع المنظومات الخبيرة فى تمثيلها للمعرفة الخاصة بالمشكلة أكثر من أسلوب اشتهر بعضها واستخدم على النطاق الواسع ، وأشهر تلك الأساليب أسلوب قواعد الانتاج ، وتعتبر النظم الثلاثة التالية من أبرز أساليب تمثيل المعارف فى النظم الخبيرة :

.. الاطارات (Frames) .

.. الشبكات الدلالية (Semantic Nets)

.. قواعد الانتاج (Production Rules)

الاطارات (Frames)

هى إحدى الطرق المستخدمة فى تمثيل المعرفة فى النظم الخبيرة وهى عبارة عن طريقة خاصة لكتابة بيانات المعرفة على شكل هيكل عام يحتوى على إطارات ، كل إطار منها يعتبر شبكة من العقد والعلاقات المرتبة فى شكل هرمى ، ويتصل كل إطار بأنواع مختلفة ومتعددة من المعلومات عن مجال المعرفة ، منها معلومات عن كيفية استخدام الإطار ، ومنها معلومات عن أسلوب التصرف حيال عدم تيقن حدوث أحد التوقعات المحتملة .

الشبكات الدلالية (Semantic Nets)

هى احدى الطرق المستخدمة أيضا فى تمثيل المعرفة فى النظم الخبيرة وهى عبارة عن تمثيل المعرفة على شكل تركيب شبكى .

قواعد الانتاج (Production Rules)

تتبع النظم المبنية على القواعد أسلوب تمثيل المعرفة على شكل مجموعة من القواعد (أو الاحكام) والحقائق ، وهو الأسلوب الشائع فى هندسة المعرفة لتماثله مع الأسلوب الذى يتبعه الخبير البشرى فى استنتاج الحلول ، ويعد من أكثر الأساليب شيوعا وتمثل فيه المعرفة على شكل جملة أو عدد من الجمل الشرطية التى تأخذ شكل (إذا كان كذا و كذا .... ، عندها يكون كذا و .....) .

وقد تسمى قاعدة الانتاج باسم الزوجيات الشرطية (زوجيات إذا ، عندئذ) (IF-THEN Pairs) ، أو قد تسمى باسم زوجيات المواقف والسلوك (المقدمات والنتائج) (Situation-Action Pairs) ، ويطلق على النظم الخبيرة التى تستخدم أسلوب قواعد الانتاج فى تمثيل المعارف اسم « نظم الانتاج » (Production Systems) أو النظم المبنية على القواعد .

ولتمثيل المعارف يتم كتابتها على صورة جمل شرطية بأسلوب الكتابة العادية الذى يشبه إلى حد كبير أسلوب الكتابة القريب من اللغة الطبيعية والبرامج التى تسمح بالكتابة بهذا الأسلوب السهل تسمى هذا الأسلوب بتركيب الجمل بالشكل الخارجى ، أما البرامج التى تستخدم الشكل الداخلى فيتم الكتابة فيها لتمثيل قاعدة المعرفة بصورة أقرب إلى الترميز .

يتميز أسلوب قواعد الانتاج فى تمثيل المعرفة فى بناء النظم الخبيرة بمميزات متعددة منها :

.. استقلالية بناء القواعد فى قاعدة المعرفة وعدم ترتيبها مما يمكن من الإضافة إليها أو الحذف منها أو التعديل فيها دون أن يؤثر ذلك على قاعدة المعرفة أو على القواعد الأخرى فى قاعدة المعرفة .

.. الشكل الطبيعى المبنى على صورة مألوفة سهلة الاستخدام والفهم لمحتوى القاعدة لقربها من التمثيل البشرى .

يعيب أسلوب قواعد الانتاج فى تمثيل المعرفة فى بناء النظم الخبيرة بعض العيوب التى تتمثل فى صعوبة تتبع مسار التحكم وقلة الكفاءة وعدم القدرة على استخدامها فى المجالات ذات النظريات المحددة أو المجالات التى تعتمد على عمليات مرتبطة من الحسابات والعمليات الرياضية وأساليب التحكم .

استراتيجيات التحكم
Control Strategies

لما كان تطبيق القواعد فى قاعدة المعرفة يقع على عاتق آلة الاستدلال فإن آلة الاستدلال تتبع استراتيجيات مختلفة لتطبيق القواعد وهناك أشكال وأساليب عديدة لعملية الاستدلال المنطقى (Reasoning) تستخدم فى آلات الاستدلال من بينها :

.. الاستدلال الاجرائى (Procedural reasoning)

.. التسلسل المتقدم (Forward chaining)

.. التسلسل المتقهقر (Backward chaining)

تستخدم طريقة الاستدلال الاجرائى فى النظم الخبيرة المبينة على كل من الأطارات و أسلوب الشبكات الدلالية ، أما استراتيجية التحكم باستخدام السلسلة الأمامية (التسلسل المتقدم) Forward chaining ، واستراتيجية التحكم باستخدام السلسلة الارتجاعية

(التسلسل المتقهقر) Backward chaining فتستخدم فى النظم الخبيرة المبنية على قواعد الانتاج .

السلسلة الأمامية أو التسلسل المتقدم

(Forward chaining)

تعتمد النظم الخبيرة المبنية على قواعد الانتاج فى تمثيلها للقواعد على كتابة القواعد على شكل جمل شرطية تربط بين مجموعة من المقدمات والنتائج يتم مقارنتها مع مجموعة من الحقائق التى تتعلق بالمشكلة ، ويتناول النظام الخبير القواعد ليتأكد من تحقق جزء الشرط « إذا » من القاعدة ، وتقوم بهذا العمل آلة الاستدلال التى تتولى أولا موائمة جزء (إذا) من القاعدة مع الحقائق الموجودة ليمكنها تنفيذ القاعدة والوصول إلى النتيجة إذا اتفق جزء (إذا) فى القاعدة مع الحقائق والمعطيات .

وقد يؤدى تنفيذ قاعدة إلى استنتاج أو تعديل حقائق فى قاعدة المعرفة وتسمى هذه العملية بسلسلة الاستدلال .

يبدأ جهاز الاستدلال بعملية مسح للقواعد الموجودة فى قاعدة المعرفة حتى يجد واحدة من القواعد التى تطابق مقدماتها (جزء إذا) مع بيانات المشكلة والحقائق المتوفرة.

يطبق جهاز الاستدلال القاعدة ويضيف النتيجة (أو النتائج) الموجودة فيها إلى الحقائق ثم يبدأ عملية مسح للقواعد من جديد .

تتكرر هذه العملية إلى حين الوصول إلى استنتاج معين أو حين يعجز جهاز الاستدلال عن تطبيق أى قاعدة أخرى .

لو طبقت الاستراتيجية الأمامية على المثال :

قاعدة ١

إذا كان ١ محرك السيارة يبدأ الدوران لكن السيارة لاتتحرك .

و ٢ البطارية مشحونة .

و ٣ مبدىء الحركة جيد

إذن السيارة خالية من الوقود

قاعدة ٢

إذا كانت ١ مصابيح السيارة جيدة

و ٢ المصابيح تضىء عند توصيلها

إذا البطارية مشحونة

وقاعدة المعرفة تحتوى على الحقيقتين :

حقيقة ٣ : مصابيح السيارة جيدة

حقيقة ٤ : المصابيح تضىء عند ربطها .

آلة الاستدلال تبدأ بمسح القاعدتين حسب ترتيبهما ولن تجد نتيجة محددة من القاعدة الأولى فتبدأ فى مسح القاعدة الثانية .

عند مسح آلة الاستدلال للقاعدة الثانية سوف تجد أن مقدمات القاعدة الثانية تتطابق مع حقائق قاعدة المعرفة ، وعلى ذلك فإن آلة الاستدلال سوف تقوم بتطبيق هذه القاعدة وتضاف النتيجة (حقيقة : البطارية مشحونة) إلى الحقائق ثم تبدأ آلة الاستدلال فى عملية المسح من جديد .

ولما كانت مقدمات القاعدة الأولى قد أصبحت تتطابق مع الحقائق المتوافرة فإن هذه القاعدة تطبق ، وتضاف نتيجتها إلى الحقائق أيضا .

نظرا لعدم وجود أية قواعد أخرى يمكن تطبيقها فإن عملية الاستنتاج ستنتهى عند هذا الحد .

تشبه هذه الاستراتيجية الأسلوب الذى يتبعه الخبراء فى تتبعهم لعطل ما فى أحد الأجهزة بصورة تصاعدية عن طريق القيام بمسح الجهاز بصورة شاملة واستنتاج حقائق جديدة ثم اعادة المسح ثانية إلى حين تحديد موقع العطل ، ويمكن تلخيص هذه الاجراءات فى :

.. إيجاد قاعدة لها مقدمات تتفق مع الحقائق الموجودة فى قاعدة المعرفة أو التى يزود بها النظام الخبير .

.. الوصول إلى نتيجة القاعدة وإضافة النتيجة كحقيقة إضافية جديدة إلى قاعدة المعرفة فى النظام .

.. استخدام الحقيقة الجديدة مع مجمل الحقائق فى قاعدة المعرفة للعمل مع قاعدة أخرى تتفق مقدماتها مع الحقائق الجديدة (المضافة والقديمة) لتحقيق النتيجة أو الهدف المطلوب .

.. استخدام الحقائق التى تستجد من تطبيق القواعد الجديدة لتحقيق الهدف المطلوب أو تكرار الخطوات حتى الوصول إلى النتيجة المطلوبة ، وإذا لم يتحقق ذلك يكون النظام قد فشل فى الوصول إلى حل المشكلة (إذا لم تكن الحقائق والقواعد كافية للوصول إلى تحقيق النتيجة المطلوبة) ، وهو مايستدعى قيام النظام بسؤال المستخدم عن حقائق يستفيد بها للوصول إلى الحل عن طريق وصلة المستخدم .

مثال آخر

الحقائق في قاعدة المعرفة :

أ - داليا تؤدى الفرائض

ب - أحمد يريد الزواج

جـ - داليا فتاة جميلة

د - سوزى فتاة غنية

هـ - كريم يريد إكمال رسالة الدكتوراة

القواعد في قاعدة المعرفة :

١ - إذا كان أحمد يريد الزواج

والزوجة الصالحة موجودة

إذن سيتم عقد القران .

٢ - إذا كانت الفتاة جميلة

ومتدينة

إذن تكون زوجة صالحة .

٣ - اذا كانت الفتاة تؤدى الفرائض

إذن تكون متدينة .

آلة الاستدلال مع القواعد الموضحة تقوم بمواءمة مجموعة من القواعد مع الحقائق

الموجودة فى قاعدة المعرفة ، وفى أول قاعدة تتحقق شروط المواءمة يتم تنفيذها بدءا من أعلى .

عند مواءمة أول قاعدة لن يتم تنفيذها أو الاستفادة منها هى أو القاعدة الثانية لغياب بعض عناصر المواءمة وستكون أول قاعدة تطبق هى الثالثة ، وذلك لأن الموجود بالفعل فى قاعدة المعرفة من حقائق وقواعد سوف يؤدى إلى الوصول إلى نتيجة تنفيذ هذه القاعدة وسيتم استنتاج حقيقة اضافتها إلى قاعدة المعرفة وهى .

داليا فتاة متدينة

ذلك يؤدى إلى تنفيذ القاعدة الثانية ، والتى ينتج عن تنفيذها استنتاج أن داليا زوجة صالحة فهى متدينة استنتاجا ، وجميلة حقيقة .

وتضع هذه الحقيقة فى قاعدة المعرفة ، مما يؤدى بالتالى إلى تنفيذ القاعدة الثالثة وسيكون هناك حفل عقد قران .

شكل البحث عن معلومات جديدة يبدو كما لو كان يتحرك فى الاتجاه من المقدمات إلى النتائج فى كل قاعدة ويتم استخدام المعلومات فى جانب (المقدمات) من القاعدة للوصول إلى النتيجة الموجودة فى جانب (النتائج) من القاعدة .

اذا تم استخدام مثل هذا النظام الخبير للسؤال عما اذا كان هناك عقد قران سيتم أم لا ؟ اذا تم اللقاء بين أحمد وداليا ؟ أو للاستفسار عن الزوجة الصالحة فإنه سوف يتم تنفيذ عدد من القواعد غير ذات الصلة بالإجابة عن الاستفسار الموجه إلى النظام ولذلك يعتبر النظام الخبير الذى يعتمد على أسلوب السلسلة المتقدمة مبددا للوقت إذا كان الهدف منه هو استنتاج حقيقة بعينها .

ويجدر الاشارة إلى أن لغات البرمجة الموجهة للتعامل مع مجالات الذكاء الاصطناعى تحتوى فى تكوينها على أدة لتنفيذ أسلوب السلسلة المتقدمة أو السلسلة المتقهقرة ، ويتم تطبيق التسلسل المتقدم عن طريق :

التوحد (Unify) بموائمة الحقائق الموجودة فى قاعدة المعرفة مع مقدمات القاعدة وهى جزء القاعدة الذى يلى (IF) .

الإحلال (Substitute) بالوصول إلى نتيجة القاعدة وهى الجزء (THEN) وذلك عند تطابق الحقائق مع مقدمات القاعدة .

الإضافة (Assert) بإضافة نتيجة تطبيق قاعدة ما كحقيقة جديدة إلى قاعدة المعرفة لكى يتم استخدامها مع القواعد الأخرى .

السلسلة الارتجاعية (التسلسل المتقهقر)

Backward chaining

يستخدم أسلوب إثبات النتائج ويبدأ من نتيجة القاعدة لإثبات مواءمتها مع الهدف المطلوب مع إيجاد الحقائق التى تدعم الوصول إلى هذا الهدف ويطلق عليها اسم استنتاج الهدف .

يبدأ برنامج آلة الاستدلال بوضع الهدف كافتراض معين له ،ثم يبدأ فى معالجة الحقائق والقواعد بالمسح الشامل لها للبحث عن القواعد التى تتطابق مقدماتها مع الحقائق المتوفرة حتى يمكن لآلة الاستدلال تطبيق هذه القاعدة مؤكدة صحة افتراضها للهدف لتنتهى عملية ايجاد الحل .

إذا كانت هناك مقدمات لا تتطابق مع الحقائق المتوفرة فإن آلة الاستدلال تضع كل مقدمة من هذه المقدمات كهدف فرعى لها ثم تقوم بتكرار عملية المسح نفسها لتحقيق الهدف الفرعى .

إذا لم تتمكن آلة الاستدلال من تحقيق أى من القواعد لعدم وجود حقائق كافية فى قاعدة المعرفة فإنها تبدأ فى توجيه أسئلة إلى المستخدم للحصول على حقائق إضافية .

إذا أثمرت العملية عن تطبيق قاعدة معينة فإن آلة الاستدلال ستؤكد صحة الهدف

المفترض وينتهى الحل ، وإلا فانها سوف تبدأ فى اختيار فرض آخر وتكرار العملية من جديد .

لو طبقت الاستراتيجية المتقهقرة على المثال :

قاعدة ١

إذا كان ١ محرك السيارة يبدأ الدوران لكن السيارة لاتتحرك .

و٢ البطارية مشحونة .

و٣ مبدىء الحركة جيد

إذن السيارة خالية من الوقود

قاعدة ٢

إذا كانت ١ مصابيح السيارة جيدة

و ٢ المصابيح تضىء عند توصيلها

إذا البطارية مشحونة

وقاعدة المعرفة تحتوى على الحقيقتين :

حقيقة ٣ : مصابيح السيارة جيدة

حقيقة ٤ : المصابيح تضىء عند ربطها .

لنفترض أن هناك افتراضين عن عطلين يؤديان إلى عدم حركة السيارة مثل :

افتراض ١ شمعات الإشعال عاطلة

افتراض ٢ السيارة خالية من الوقود .

وأن قاعدة المعرفة تحتوى على قاعدة ثالثة هى :

قاعدة ٣

إذا كان ١ محرك السيارة يبدأ الدوران لكن السيارة لاتتحرك

و ٢ الوقود يصل إلى اسطوانات الاحتراق

و ٣ البطارية مشحونة

إذن شمعات الإشعال تالفة .

فإذا وضعت آلة الاستدلال افتراضا أوليا عن عدم حركة السيارة على شكل أن :

شمعات الاشعال تالفة كهدف فرعى يتطلب الأمرمسح القواعد لتحديد القاعدة التى تعطى نتيجتها هذا الهدف لاثبات صحته ، فتجد آلة الاستدلال القاعدة الثالثة .

تتطابق المقدمة الأولى للقاعدة مع حقيقة موجودة ، ولايوجد مايحقق صحة المقدمة الثانية ، وبالتالى تصبح المقدمة الثانية « الوقود يصل إلى اسطوانات الاحتراق) هدفا فرعيا .

لما كانت لاتوجد قاعدة نتيجتها تعطى هذا الهدف فإن آلة الاستدلال ستوجه سؤالا إلى المستخدم عن (وصول الوقود إلى اسطوانات الاحتراق) ، فإذا كان جواب المستخدم هو النفى فإنه لايمكن تطبيق هذه القاعدة ، ولذا فإن الافتراض بأن « شمعات الاشعال تالفة » هو افتراض خاطىء .

تبدأ آلة الاستدلال فى افتراض آخر « السيارة خالية من الوقود » كهدف لها ، وفى مسح القواعد فإن نتيجة القاعدة الأولى تتفق مع الهدف وتطبيقها سيكون ممكنا اذا تم التحقق من صحة مقدماتها .

المقدمتان الأولى والثالثة فى القاعدة هى حقائق موجودة والمقدمة الثانية يمكن اثبات صحتها من تطبيق القاعدة الثانية وفى هذه الحالة تطبق آلة الاستدلال القاعدة الأولى وصولا إلى الهدف بتأكيد صحة الافتراض الثانى « السيارة خالية من الوقود »

وبهذا تنتهى عملية إيجاد الحل .

تطبيق أسلوب التسلسل المتقهقر على المثال الثانى

الحقائق في قاعدة المعرفة :

أ - داليا تؤدى الفرائض

ب - أحمد يريد الزواج

جـ - داليا فتاة جميلة

د - سوزى فتاة غنية

هـ - كريم يريد اكمال رسالة الدكتوراة

القواعد فى قاعدة المعرفة :

١ - اذا كان أحمد يريد الزواج والزوجة الصالحة موجودة إذن سيتم عقد القران .

٢ - إذا كانت الفتاة جميلة ومتدينة اذن تكون زوجة صالحة .

٣ - إذا كانت الفتاة تؤدى الفرائض إذن تكون متدينة .

خطوة البداية هى اثبات الهدف (سيتم عقد القران) وعلى ذلك فإنه سوف يتم تنفيذ القواعد المرتبطة بإسثبات هذا الهدف .

يبدأ البحث عن وجود الهدف كحقيقة فى قاعدة المعرفة ، ولكن الهدف ليس موجودا كحقيقة من الحقائق التى تتضمنها قاعدة المعرفة ، ولذلك تبدأ آلة الاستدلال فى البحث عن القاعدة التى تشتمل نتيجتها على الهدف وهى القاعدة الأولى .

مقدمات تلك القاعدة هى :

أحمد يريد الزواج

والزوجة الصالحة موجودة

وهى تلك المقدمات التى توجد الهدف ، ولذلك لابد من وجود المقدمتين للوصول إلى استنتاج الهدف مما يستدعى فى الخطوة التالية محاولة آلة الاستدلال إثبات وجود (الزوجة الصالحة موجودة) فيبدأ بالبحث فى قاعدة المعرفة حتى يجد القاعدة التى تستنتج (الزوجة الصالحة موجودة) هى القاعدة الثانية .

٢ - إذا كانت الفتاة جميلة ومتدينة إذن تكون زوجة صالحة .

من هذه القاعدة تجد آلة الاستدلال أنه من الضرورى تواجد الفتاة الجميلة والمتدينة من أجل استنتاج الزوجة الصالحة .

تجد آلة الاستدلال (داليا فتاة جميلة) فى قاعدة المعرفة ولكن لابد من أثبات وجود (داليا فتاة متدينة) مما يستلزم إثبات أن داليا تؤدى الفرائض وهى الحقيقة الموجودة فى حقائق قاعدة المعرفة مما يقود إلى أستنتاج (داليا فتاة متدينة) .

ولما كانت داليا فتاة متدينة وجميلة إذن فهى زوجة صالحة ، ولما كان أحمد يريد الزواج من الزوجة الصالحة وداليا زوجة صالحة إذن سيتم عقد القران وهو الهدف الرئيسى.

التسلسل الراجع يشمل عناصر التوحد والإحلال وتحقيق الهدف وسؤال المستخدم فيما يمكن إيجازه فى :

.. إيجاد قاعدة تحقق نتيجتها الهدف

.. استخدام مقدمات القاعدة كأهداف فرعية جديدة

.. إيجاد الحقائق التى تحقق الأهداف الفرعية الجديدة

.. سؤال المستخدم إذا لم تكن الحقائق كافية للتزود بحقائق إضافية .

مثال توضيحى لنظام خبير أكثر تعقيدا باستراتيجية تحكم باتباع السلسلة الأمامية.

لبناء نظام خبير يستخدم لتمييز الحيوانات من خلال الملاحظة أو الاستفسار من المستخدم :

قاعدة المعرفة تحتوى على القواعد البسيطة التالية :

قاعدة ١ :

إذا كان للحيوان شعر

فهو من اللبائن

قاعد ٢

إذا كان الحيوان يعطى الحليب

إذن فهو من اللبائن

قاعدة ٣

إذا كان للحيوان ريش

إذن فهو من الطيور

قاعدة ٤

إذا كان ١ الحيوان قادرا على الطيران

٢ ويضع البيض

إذن فهو من الطيور

قاعدة ٥

إذا كان ١ الحيوان من اللبائن

٢ ويأكل اللحوم

إذن فهو من آكلات اللحوم

قاعدة ٦

إذا كان ١ الحيوان من اللبائن

٢ وله أسنان بارزة

٣ وله مخالب

٤ وله عيون بارزة

إذن فهو من آكلات اللحوم

قاعدة ٧

إذا كان ١ الحيوان من اللبائن

٢ وله حوافر

إذن فهو من ذات الحوافر

قاعدة ٨

إذا كان ١ الحيوان من اللبائن

٢ ويجتر

إذن فهو من ذوات الحوافر

قاعدة ٩

إذا كان ١ الحيوان من آكلات اللحوم

٢ وله لون أسمر مصفر

٣ وله بقع داكنة

إذن الحيوان هو الفهد

قاعدة ١٠

إذا كان ١ الحيوان من آكلات اللحوم

٢ وله لون أسمر مصفر

٣ وله خطوط سوداء

إذن الحيوان هو النمر

قاعدة ١١

إذا كان ١ الحيوان من ذوات الحوافر

٢ وله سيقان طويلة

٣ وله رقبة طويلة

٤ وله لون أسمر مصفر

٥ وله بقع سوداء

إذن الحيوان هو الزرافة

قاعدة ١٢

إذا كان ١ الحيوان من ذوات الحوافر

٢ ولونه أبيض

٣ وبه خطوط سوداء

إذن الحيوان هو الحمار الوحشى

قاعدة ١٣

إذا كان ١ الحيوان من الطيور

٢ وغير قادر على الطيران

٣ وله سيقان طويلة

٤ وله لون أبيض ولون أسود

إذن الحيوان هو النعامة

قاعدة ١٤

إذا كان ١ الحيوان من الطيور

٢ وبارع فى الطيران

إذن الحيوان هو الصقر

قاعدة ١٥

إذا كان ١ الحيوان من الطيور

٢ وغير قادر على الطيران

٣ وقادر على السباحة

٤ وله لون أبيض وأسود

إذن الحيوان هو البطريق

الحقائق

١ – الحيوان له لون أسمر مصفر

٢ – به بقع داكنة

تقود هاتان الحقيقتان إلى القاعدتين ٩ و ١١ لامتلاك كل منهما مقدمات تتطابق مع هذه الحقائق ، غير أنه لايمكن تطبيق أى من القاعدتين لامتلاك كل قاعدة منهما مقدمات أخرى يجب الحصول عليها .

حقيقة ٣

الحيوان يعطى الجليب

فى مسح القواعد مرة أخرى بناء على هذه الحقيقة يتبين أن مقدمة القاعدة ٢ تتطابق مع هذه الحقيقة ٣ مما يقود الى استنتاج :

حقيقة ٤

الحيوان من اللبائن

فإذا توافرت :

حقيقة ٥

الحيوان يأكل اللحوم

عند مسح القواعد مرة أخرى يتبين أن القاعدة ٥ قابلة للتطبيق لأن مقدماتها تتفق مع الحقيقتين ٤ و ٥ مما أدى إلى إضافة :

حقيقة ٦

الحيوان من آكلات اللحوم

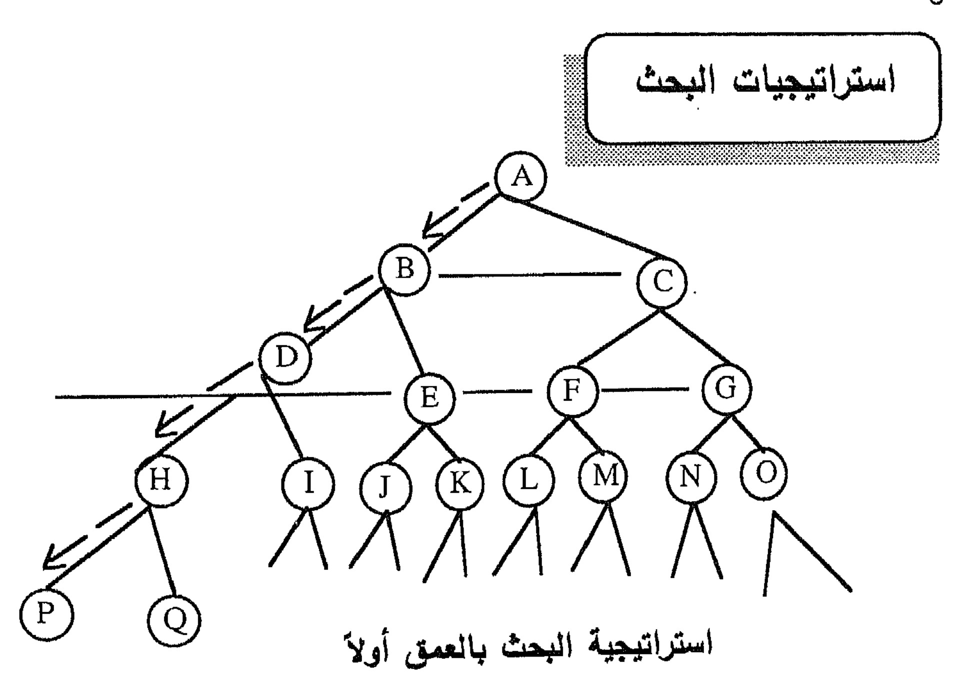
والآن أصبحت مقدمات القاعدة ٩ تتفق كلها وتتطابق مع الحقائق مما يعطى الاستنتاج بأن الحيوان هو الفهد

مقارنة التسلسل المتقدم بالتسلسل الراجع

اختيار الأسلوب المتقدم أو الأسلوب المتقهقر فى آلة الاستدلال يعتمد على المشكلة المراد إيجاد حل لها و يمكن تحديد الأسلوب الأفضل اعتمادا على المقدمات والنتائج فى المشكلة ، ويتميز الأسلوب المتقدم عند وجود مقدمات أو مواقف متعددة تؤدى إلى نتائج محدودة بينما الأسلوب المتقهقر عند وجود مواقف أو مقدمات محدودة تؤدى إلى نتائج متعددة .

لايمكن الحكم بصورة مطلقة على أى من الطريقتين أفضل للاستخدام فهناك نظم خبيرة تتبع آلة الاستدلال فيها الاستراتيجية الأولى بينما توجد نظم أخرى تتبنى الاستراتيجية الثانية ، كما أن هناك بعض النظم التى تجمع بين الاستراتيجيتين معا فى وقت واحد .

استراتيجيات البحث



استراتيجية البحث بالعمق أولاً

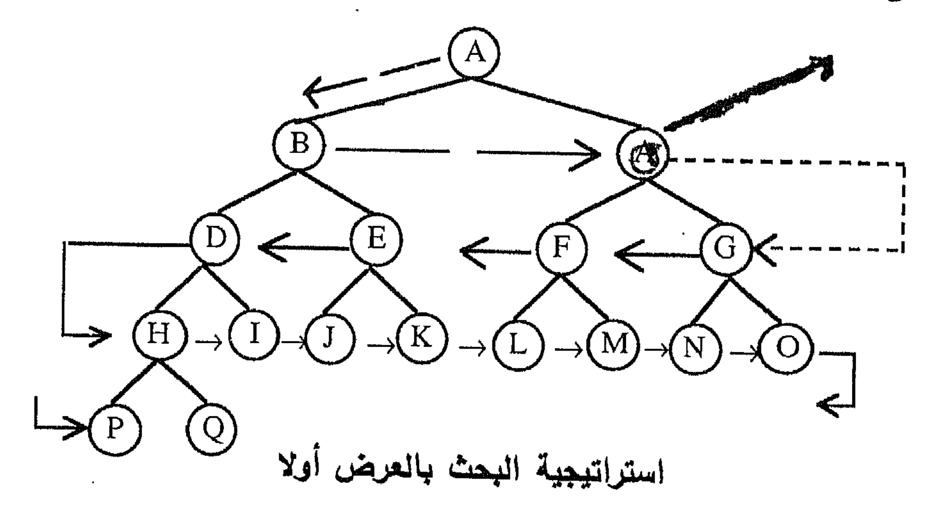
في تناول أسلوب التسلسل المتقدم وأسلوب التسلسل المتقهقر يجب أن تقوم آلة الاستدلال بالبحث فى قاعدة المعرفة عن الحقائق والمقدمات والنتائج والأهداف الفرعية والنهائية فى اطار استراتيجية للبحث عن أى من هذه العناصر ، وطرق البحث المستخدمة تعتمد إلى حد كبير على طبيعة المشكلة ، وتوجد استراتيجيات عديدة للبحث منها البحث بالعمق أولا والبحث بالعرض والبحث للأمام والبحث للخلف والبحث الأعمى .

البحث بالعمق أولا (Depth-first search)

تستخدم فى العادة مع كل من التسلسل المتقدم والتسلسل المتقهقر لوجود نقطة بداية محددة بعدها توجد عقد فرعية للعملية لها شكل الشجرة جذرها فى القمة عند نقطة البداية وفروعها إلى أسفل ، والبحث يبدأ من أعلى ويتحرك إلى أسفل وتعتبر هذه الطريقة مناسبة عند قلة عدد المستويات فى شجرة البحث .

البحث بالعرض أولا (Breadth-First Search)

فى هذه الحالة يكون اتجاه مسار البحث عرضيا داخل كل مستوى بدءاً من أعلى مستوى ثم يجرى الانتقال إلى المستوى الأدنى الذى يليه بعد الانتهاء من كل عقد المستوى الأعلى وتعتبر مناسبة عند قلة اتساع شجرة البحث .



استراتيجية البحث بالعرض أولا

نمــاذج لنظم خبيــرة

من النظم الخبيرة المشهورة التى لاقت نجاحا كبيرا فى مجال تخصصها تطبيقات فى مجالات مختلفة منها المجال الطبى ، الجيولوجى ومجالات أخرى ومن هذه النظم التى تمثل النظم الأولى الناجحة فى هذه المجالات ما يلى :

النظام الخبير مايسين MYCIN

طور فى عام ١٩٧٦ فى جامعة ستانفورد بالولايات المتحدة الأميريكية ، ويعد واحدا من أقدم النظم الخبيرة التى طبقت بنجاح ، وكان الغرض من إنشاء هذا النظام الخبير هو توفير النصح لتشخيص وعلاج الأمراض الناتجة عن تلوث الدم والتهاب السحايا والعدوى فعن طريق استخدام خبرة وتجربة الأطباء الطويلة لإعطاء حل مناسب للحالات فى حالة وجود بيانات ناقصة بتطوير نظام خبير يوضع تحت تصرف الأطباء المقيمين فى المستشفيات يقدر على مساعدتهم فى تشخيص المرض ووصف بعض العلاج إلى حين استكمال التحاليل المطلوبة وتوافر البيانات المختبرية اللازمة لتشخيص المرض .

تشتمل هذه المنظومة على حوالى أربعمائة وخمسين (٤٥٠) قاعدة تربط بين حالات محتملة وتفسيرات هذه الحالات مثل : -

قــاعدة

إذا كانت ١ هوية الجرثومة غير معروفة على وجه التأكيد .

و ٢ الجرثومة من النوع سالبة الجرام

و ٣ بنية الكائن الحى عصوية

و ٤ الجرثومة من النوع الذى يعيش بوجود الهواء فقط

إذن هناك احتمال قوى (٠,٨) أن الجرثومة هى من نوع الجراثيم المعوية

فى قواعد هذا النظام تستعمل نسب معينة لتقدير الاحتمال (٠,٨ فى هذه القاعدة) للاشارة إلى قوة الاحتمال ، وذلك عندما لايكون هناك تأكيد مطلق ويسمى هذا النوع من الأستنتاج بالاستنتاج الغامض Fuzzy Reasoninng .

النظام الخبير MYCIN يعتمد على أسلوب الحوار مع الطبيب الذى يستخدمه بتوجيه أسئلة إليه لجمع الحقائق و المعلومات عن المريض الذى يراد تشخيص حالته للوصول إلى استنتاج عن تشخيص المرض وتحديد العلاج اللازم ، ومثل هذا الحوار يكون على الصورة :

١ ماهو اسم المريض ؟

وليد سامى

٢ الجنس :

ذكر

٣ العمر

٣٣ سنة

٤ هل حصلت على زرع موجب من موضع التجرثم لوليد سامى ؟

نعم

٥ ما هو نوع التجرثم .

تجرثم الدم بصورة رئيسية

٦ رجاء ذكر التاريخ والوقت التقريبى لظهور أعراض تجرثم الدم عند المريض .

١٨ مايو ١٩٩٣

٧ لنفترض أن آخر زرع موجب حول تجرثم الدم عند المريض هو زرع ١ : من أى موضع اخذت عينة الزرع ١ ؟

الدم

٨ رجاء ذكر التاريخ والوقت الذى تم فيه الحصول على الزرع (زرع ١)

٢٠ مايو ١٩٩١

٩ لنفترض أن اسم أول كائن حى organism من الدم هو كائن حى -١ : ما هى هوية الكائن الحى -١ ؟

غير معروفة.

١٠ هل الكائن الحى -١ عصوى أم متكور ؟

متكور

١١ ما هى صبغة جرام الكائن الحى -١ ؟

سالبة

١٢ هل هناك زرع موجب من موضع آخر غير متعلق بالتجرثم الذى تطلب له الاستشارة؟

لا

١٣ هل نما الكائن الحى -١ بوجود الهواء ؟

نعم

١٤ هل نما الكائن الحى بعدم وجود الهواء ؟

نعم

١٥ ماهو المدخل المشكوك فيه لدخول الكاذن الحى -١ ؟

الجهاز الهضمى .

يستمر النظام الخبير فى الاستفسار عن الحقائق والمعلومات حتى يستطيع كتابة لعلاج الذى سوف يقترحه بناء على الحالة ويفيد بتصوراته على صورة مثل :

طبيعة التلوث هنا هى تجرثم فى الدم بصورة رئيسية :

< فقرة ١ > هوية الكائن الحى -١ قد تكون

PSEUDOMONAS - AERUGINOSA

< فقرة ٢ > هوية الكائن الحى -١ قد تكون

KLEBSILLA - PNEUMONIAE

< فقرة ٣ > هوية الكائن الحى -١ قد تكون E.COLI

< فقرة ٤ > هوية الكائن الحى -١ قد تكون

BACTEROIDES-FRAGILIS

< فقرة ٥ > هوية الكائن الحى -١٠ قد تكون

PROTEUS-NON-MIRABILIS

ويستمر النظام الخبير فى استكمال استفساراته على صورة :

على مقياس صفر إلى أربعة ، (الرقم العالى يشير إلى حدة أعلى) كيف تحدد درجة المرض عند وليد سامى ؟

هل لدى المريض وليد سامى أى حساسية معتبرة للمضادات الحيوية ؟

لا

كم يزن المريض وليد سامى بالكليو جرامات ؟

١٠٠ كجم .

ثم يصدر اقتراحاته للعلاج على الصورة التالية :

(اقتراح ١) أن اقتراحى للعلاج المفضل هو كمايلى :

لتغطية الفقرات < ١ ٢ ٣ ٥ ٦ > :

أعطى : CENTAMIVIN

الجرعة : ١٧٠ ملجم (١,٧ ملجم / كجم) لمدة عشرة أيام .

تعليق : غير الجرعة فى حالة حدوث فشل كلوى .

لتغطية الفقرة <٤> :

أعطى : CLINDAMYCIN

الجرعة : ٨٥٠ ملجم (٨,٥ ملجم / كجم) لمدة ١٤ يوما

تعليق : إذا ظهرت أعراض إسهال أو أعراض الجهاز الهضمى الأخرى فيجب فحص الاحتمال Colitis Pseuclomembramous

هل ترغب فى اختيار آخر ؟

نعم

إذا كانت لديك رغبة فى إلغاء بعض الدواء ، فأى منهما هو ؟

CLINDAMYCIN ..

(اقتراح ٢) أحسن أقتراح آخر للعلاج هو كما يلى :

لتغطية الفقرات < ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ > :

اعطى : CHLORAMPHENICOL

الجرعة : ١٥٠ جم (١٥ ملجم / كجم) لمدة ١٤ يوما .

لتغطية الفقرة <١> :

اعطى : CENTAMICIN

الجرعة : ١٧٠ ملجم (١,٧ ملجم / كجم) لمدة عشرة أيام .

وقد أثبت النظام الخبير MYCIN تفوقه على كثير من الخبراء البشريين فى هذا المجال واتبع فى تطبيق قواعده على أسلوب السلسلة المتقهقرة .

المنظومة الخبيرة زاكون R1 / XCON

طورت فى عام ١٩٧٩ فى جامعة كارنجى ميللون الأمريكية لحساب شركة المعدات

الرقمية Digital Equipment لترتيب المكونات بما يطابق رغبات المستهلكين لأنظمة حاسبات فاكس VAX التى تنتجها هذه الشركة .

فالمستهلكون يحددون للشركة المواصفات الخاصة للمعالج المركزى وحجم الذاكرة وعدد وأنواع النهايات الطرفية ومشغلات الأقراص ومشغلات الأشرطة ووحدات التحكم المختلفة وبقية الأجهزة الملحقة .

ولترتيب هذه المكونات كافة يتحتم وضع هذه المكونات فى تغليف مناسب وبترتيب ملائم : وتسمى هذه العملية بتجهيز المكونات Configuration وتعد من العمليات الشاقة لوجود عدد كبير من مئات الخيارات الممكنة لعناصر الحاسب الواحد.

وينفذ النظام الخبير زاكون هذه العملية على عدة مراحل وقد أثبت هذا النظام الخبير نجاحا كبيرا فى تنفيذ مهمته بصورة جيدة أدت إلى توفير ملايين الدولارات سنويا لشركة المعدات الرقمية ، ودفع هذا النجاح الشركة إلى طلب توسيع النظام فطور النظام إلى النظام XCON الذى يمتلك مايزيد على ٢٥٠٠ قاعدة تزداد باستمرار وهو مزود بالمعرفة التى تخص عددا كبيرا من عناصر حاسبات فاكس .

النظام الخبير PROSPECTOR

طور بواسطة شركة اس . آر . آى . لمساعدة الجيولوجيين فى حقل التنقيب والاكتشافات الجيولوجية ، وتحتوى على ١٢ قاعدة معرفة لأنواع مختلفة من التراكمات الطبيعية .

تبدأ عملية استشارة النظام الخبير بقيام المستخدم بتزويد النظام الخبير بالمعلومات الهامة عن أنواع الصخور الرئيسية والمعادن فى المنطقة المطلوب تنقيبها ، ثم يقوم النظام بتحليلها والاستفادة منها وتوجيه الاسئلة إلى المستخدم طلبا لمعلومات أضافية إذا كان النظام بحاجة إليها .

يمكن للمستخدم أثناء عملية الاستشارة التدخل فى عمل النظام فى أى وقت لاضافة

معلومات جديدة أو تغيير المعلومات السابقة أو للاستفسار عن تعليل معين لقرار أتخذ .

يجمع هذا النظام الخبير بين استراتيجية السلسلة الأمامية واستراتيجية السلسلة التقهقرية للوصول إلى استنتاج معين .

المنظومة الخبيرة ماكسيما MACSYMA

طورت فى وتتخصص فى مجال الرياضيات الرمزية كحسابات التكامل والتفاضل وتمتلك امكانيات كبيرة وواسعة فى المعالجة الجبرية ، وتعمل على أساس استلام بيانات رمزية واعطاء نتائج رمزية ، وتحتضن مئات القواعد التى تم جمعها من الخبراء فى مجال الرياضيات التطبيقية كما يمكن لمستخدم المنظومة تعريف قواعد أخرى .

تعد منظومة ماكسيما MACSYMA من المنظومات الكبيرة إذ يمكنها تنفيذ ستمائة (٦٠٠) عملية رياضية مختلفة تشتمل على التفاضل والتكامل وحل المعادلات ومعالجة المصفوفات وغيرها من العمليات الأخرى ذات العلاقة وتستعمل هذه المنظومة حاليا من قبل مئات الباحثين من الرياضيين والمهندسين والعلماء .

النظام الخبير دندرال DENDRAL

طور فى جامعة ستانفورد بغرض المساعدة فى ايجاد التراكيب الكيمياوية للجزيئات ويمتلك فى داخليته على منظومتين ثانويتين لاستنتاج التركيب الكيمياوى للعناصر عن طريق تحليل طيف الكتلة والرنين المغناطيسى النووى ونتائج التجارب الكيمياوية ، ويستطيع إيجاد كل المركبات حتى تلك التى يغفل عنها الخبير البشرى أحيانا .

النظام الخبير *CADUCEUS*

يستطيع إعطاء التشخيص الصحيح لحالات الفحص فى الطب الباطنى بامتلاكه قواعد تربط بين الأمراض والأعراض فى مجال الطب الباطنى بما يقرب من حوالى ٨٥٪ من مجمل المعرفة فى مجال الطب الباطنى .

المنظومة الخبيرة HEARSAY-II

تعد هذه المنظومة التى طورت فى جامعة كارنجى ميللون واحدة من أول منظومتين لهما القدرة على فهم حديث مترابط مكون من بين ألف من المفردات اللغوية المتوفرة بهما .

نظام الخبرة للرؤية بواسطة الحاسب X 104

يعتبر هذا النظام بالدرجة الأولى من نظم الخبرة التى لاقت إقبالاً كبيرا فى المصانع الالكترونية ويستخدم فى كشف وتحديد أخطاء وعيوب الصناعة فى الدوائر الالكترونية المطبوعة .

نظام خبرة لصناعة الحديد والصلب المصرية :

يجرى فى مصر إعداد نظام خبير لعملية التلبيد فى صناعة الحديد والصلب المصرية.

عملية التلبيد :

تحقيق الاستخدام الأمثل لأفران الصهر العالية المستخدمة فى صناعة الحديد والصلب يتطلب تغذيتها بخليط متجانس من المواد الخام وتعتمد درجة ملائمة الخليط المستخدم على عوامل مختلفة مثل الحجم والوزن ونسبة فحم الكوك ودرجة الرطوبة ... وغيرها ، ويقوم المهندسون بمراقبة والتحكم فى قيم هذه العوامل طبقا لطبيعة وخصائص المواد الخام وكمية الخليط المرتجع مع الأخذ فى الاعتبار نتائج العمليات الفرعية المصاحبة لعملية التلبيد .

تتكون عملية التلبيد من ثلاث مراحل رئيسية هى :

١ – **مرحلة التحضير :** وفيها يتم استقبال واختيار الأحجام المناسبة من خامات الحديد والحجر الجيرى وفحم الكوك والدولوميت وإضافة الماء لتحقيق نسبة الرطوبة المطلوبة .

٢ – **مرحلة الخلط** : بالمزج الأمثل للمواد الخام وخلط مرتجع التلبيد مع المواد الخام.

٣ – **مرحلة التلبيد** : وهى عبارة عن عملية تسخين خليط المواد الخام لتحويله إلى لبيد طبقا للمواصفات الطبيعية والكيميائية المستهدفة .

يتم فى مرحلة التلبيد وضع خليط المواد الخام على حصيرة متحركة واشعال فحم الكوك على سطح الحصيرة مع شفط الهواء من أسفل الحصيرة ثم يؤخذ الخليط فى نهاية الحصيرة لتكسيره واختيار الأحجام المناسبة للاستخدام فى أفران الصهر العالية .

تلعب الخبرة العملية للمهندسين والملاحظين دورا كبيرا فى تحقيق النتائج المطلوبة من عملية التلبيد بسبب التغير فى خصائص المواد الخام المستخدمة فى العملية ، وضرورة الحاجة إلى اختبارات معملية متتالية ومعرفة نتائج المؤثرات المختلفة من درجة حرارة وضغط ورطوبة وغيرها لاتخاذ القرار المناسب حفاظا على جودة المنتج طبقا للظروف المختلفة .

أهداف المشروع

هدف المصمم المصرى من خلال فريق عمل من خبراء النظم الخبيرة وخبراء التلبيد بمصنع الحديد والصلب للعمل فى هذا المشروع لإنشاء نظام خبرة لعملية التلبيد يحقق الأهداف التالية :

.. اكتساب وتخزين المعارف المتعلقة بعملية التلبيد الموزعة على مختلف الخبراء والمتخصصين المسئولين عن عملية التلبيد فى مراحلها المختلفة .

.. مساعدة العاملين فى انتاج خليط ذى مواصفات عالية وذلك عن طريق تقديم النصيحة بشأن تحديد أنسب قيم للمعاملات والمتغيرات التى يتم ضبطها أثناء عملية التلبيد وذلك طبقا لنتائج الاختبارات المعمليه .

.. المساعدة فى اكتشاف الأعطال وتحديد أسبابها وطرق علاجها وذلك فيما يتعلق بعمليات التلبيد أو بوحدات الاستشعار (Sensors) التى تتابع سير هذه العمليات.

.. مساعدة العاملين فى تحديد أنسب طرق التشغيل التى تحقق أقصى كفاءة لانتاج تلبيد عالى الجودة مع تقليل كميات فحم الكوك المستخدم والمستورد من الخارج بما يساهم فى تقليل التكلفة لعملية الانتاج بشكل ملحوظ .

الخطوات التنفيذية :

قام فريق العمل بالإجراءات التالية :

- وضع طرق وأسلوب وخطة العمل المستهدفة ومراحل التنفيذ المقترحة .
- تنظيم محاضرات للمتخصصين فى نظم الخبرة عن صناعة الحديد والصلب بشكل عام وعمليات التلبيد بشكل خاص تستهدف اطلاعهم على مفهوم وأساليب تطبيق نظم الخبرة بهدف ايجاد لغة مشتركة وتحقيق مفهوم متجانس لفريق العمل .
- استهدفت المرحلة الأولى لتنفيذ المشروع جمع واكتساب وتوثيق المعرفة الخاصة بعملية التلبيد ، واعتمد ذلك على أسلوب المقابلة interviews وأسلوب النماذج المرئية visual modelling technique .
- تحديد نوعيات المعرفة المطلوبة فى :

.. المراحل المنطقية والفعلية لعملية التلبيد .

.. الكميات والخصائص الطبيعية والكيميائية للمواد المستخدمة .

.. أنواع وطرق وأساليب استخدام المعدات والأجهزة .

.. دوائر المراقبة والتحكم واحتمالات أعطالها ومدى تأثير الأعطال على التشغيل .

.. طرق وأساليب تشغيل العمليات الفرعية للتلبيد بما يتضمن :

..الحدود الدنيا والقصوى للكميات المستخدمة وأسباب تجاوزها .

.. الحدود الدنيا والقصوى للمواصفات الأساسية للمواد المستخدمة (مثل الرطوبة ودرجة النفاذ .. الخ) وأسباب تجاوزها .

.. أحتمالات وأسباب عطل الأجهزة المستخدمة .

.. نسب الخلط للمواد الخام وتأثيرها على المنتج النهائى وكذلك أثر استخدام اللبيد المرتجع ونسب اضافته

.. اسلوب تقييم جودة المنتج لكل عملية فرعية على حدة ولعملية انتاج اللبيد بشكل عام .

◆ اختيار أساليب تمثيل المعرفة الملائم على أساس التمثيل الهيكلى (أسلوب الاطارات) للمعرفة frame representation بتجميع مختلف المعارف المتعلقة بكل عملية أساسية أو فرعية داخل اطار ويشتمل اطار توصيف العملية على :

... البنود المختلفة المتعلقة بالهدف من العملية .

... نوعية وطبيعة المدخلات .

... اجراءات العمل .

... المتغيرات المؤثرة على العملية .

... وأعراض عدم كفاءة الأداء .

... قواعد تشخيص الأعطال .

... قواعد واجراءات معالجة الأعطال .

... قواعد كفاءة الأداء .

... قواعد تحديد وجودة الانتاج .

◆ جمع وتوثيق المعارف وتمثيلها بالأسلوب المقترح لمختلف عمليات التلبيد كخطوة أساسية لتنفيذ النظام .

المراحل النهائية

◆ إعداد نموذج أولى للتجربة والتحقق من صحة وسلامة تنفيذ النظام على مراحل تطبيقية مختلفة بتحديد أربعة مستويات للتطبيق كالآتى :

١ - المستوى الأول : التعريف والتوصيف .

٢ - المستوى الثانى : الأعراض والتشخيص والعلاج .

٣ - المستوى الثالث : تقييم الجودة والتكلفة .

٤ - المستوى الرابع : التشغيل فى الوقت الحقيقى .

١ - التعريف والتوصيف :

يقصد به قيام النظام بتوفير معلومات تفصيلية للمستخدم عن :

تعريف عمليات التلبيد .

تحديد وتوصيف مراحل عملية التلبيد واجراءات العمل .

تحديد وتوصيف المواد المستخدمة وكمياتها وخصائصها .

قاموس المصطلحات والمفاهيم المستخدمة فى عملية التلبيد .

٢ - الأعراض والتشخيص والعلاج :

هو المستوى الثانى لتطبيق تطوير النظام ويساهم فى :

- تحديد المشكلات اليومية الطارئة التى يمكن أن تحدث أثناء التشغيل سواء المتعلقة بكفادة الآداء أو المتعلقة بجودة المنتج .
- المساعدة فى اكتشاف الأعطال وتشخيص اسلوب وطريقة الاصلاح .

٣ - تقييم الجودة والتكلفة :

المستوى الثالث للتطبيق يهتم بتحديد وتقييم جودة المنتج خلال سير عمليات التلبيد من مرحلة الى أخرى ، بتفسير القيم الناتجة وتحليل أسبابها لملافاة ذلك فى العمليات التالية، ويسمح هذا المستوى بمساعدة المستخدمين فى تحديد أقل نسبة مستخدمة من فحم الكوك مما ينعكس بالتالى على تكلفة الانتاج .

٤ - التشغيل فى الوقت الحقيقى :

يهدف المستوى الرابع للتطبيق إلى تحقيق تكامل عمل نظام الخبرة مع عمليات التلبيد فى نفس وقت تشغيلها ، بما يتطلبه ذلك من ربط بين مختلف أجهزة الاستشعار وبين نظام الخبرة المستهدف بما يوفر تقديم خدمة للمستخدمين أثناء عملية التشغيل للمساعدة فى اتخاذ القرارات العملية لتحقيق أعلى كفاءة وجودة ممكنة للانتاج .

تعد النظم الخبيرة القليلة التى ذكرت فى هذا العرض قلة من كثرة من المنظومات التى حققت نجاحا تجاريا وعمليا كبيرين ، وتستخدم حاليا على نطاق واسع من قبل عدد كبير من المتخصصين والباحثين والعاملين في مجال التطبيق بما يعد طفرة نوعية فى طبيعة الأعمال التى تستطيع الحاسبات الالكترونية القيام بها ، ومن المؤكد أن يكون هناك توسع كبير جدا فى هذا المجال خلال السنوات القليلة المقبلة .

بعض البرامج المستخدمة لبناء النظم الخبيرة

برنامج « اكسبرت رول » xpert Rule

هو برنامج من انتاج شركة Arrat Software للبرامج فى المملكة المتحدة يعد هذا البرنامج أحد البرامج التى يمكن أن تستخدم كنظام خبير فارغ من المعلومات بحيث يمكن استخدامه كوعاء للمعرفة فى المجال الذى سوف يستخدم فيه إذ يمكن للمستخدم بعد قيامه بملء هذا الوعاء بالمعرفة فى مجال من المجالات باستخدامه كنظام خبير إذ يغدو البرنامج منظومة خبيرة فى هذا المجال تعتمد بطبيعة الحال على حجم المعرفة ونوعية مجال المعرفة الذى تم حشوها فيه .

لملء وعاء البرنامج وتطويره للاستخدام لانشاء نظام خبير فإن الخطوة الأولى فى هذا العمل هى تحديد المشكلة وتقدير الخطوات المحتملة لكافة حلول المشكلة ، ولأخذ مثال

على ذلك لاختيار عدد من المتقدمين للعمل بأحد المصانع بناء على اشتراطات ومواصفات وضعتها الادارة لذلك .

ويعتبر هذا التحديد هو توصيف المشكلة ولعمل النظام الخبير الذى يمكنه إجراء مثل هذا النوع من الاختيارات على برنامج اكسبرت رول يتم فى الخطوة التالية تحديد المواصفات العامة للمتقدمين للعمل فى المصنع وهى المواصفات أو الخصائص التى سوف تستخدم من قبل النظام الخبير فى تفضيل متقدم عن آخر ، وبحيث تحتوى كل مواصفة على خصائص التحديد لها مثل :

- ◆ خاصية الثقافة العامة والتى يمكن أن تتحدد بعدد ساعات سماع الإذاعة وعدد الكتب التى تقرأ وعدد الهوايات ، وغيرها .
- ◆ خاصية الأخلاق الحسنة وتتحدد بحفظ القرآن وأداء الفرائض والابتعاد عن الرذائل ، وغيرها .
- ◆ خاصية التعليم وتتحدد بالمستوى التعليمى والسن وتقديرات التخرج وعدد سنوات الرسوب وغيرها من المحددات .
- ◆ أى خواص أخرى .

يستخدم برنامج « اكسبرت رول » ثلاثة أنواع من المتغيرات لوصف كل خاصية at-tribute وتعد هذه الأنواع الثلاثة هى القيم التى يمكن بها وصف عناصر الخصائص وهى:

- ◆ الارقام وتستخدم للدلالة على القيم العددية مثل السن وعدد الكتب والطول .
- ◆ التقدير مثل (جدا ، وبعض الشىء) وتستخدم للتعبير عن المواصفات مثل التدين والخلق .
- ◆ التعبير المكتوب مثل التعبير عن نوع التعليم (جامعى خريج مدرسة متوسطة و غيرها) .

من القائمة الرئيسية للبرنامج Attributes يتم اختيار الخصائص فيقوم البرنامج بتوضيح كيفية إدخال الخصائص وتحديد القيم التى يمكن أن تتصف بها عناصر هذه

الخصائص إما باستخدام الأرقام أو باستخدام التقدير التعبيرى أو باستخدام التعبير المكتوب كمثال :

Xpertrule task empl- CHO Attributes printout

Attributes

1 Lic : Very Somewhat

2 Edu : Univ Insitute School

3 Age : 22 - 32 32+

outcomes

empl-CHO : 90 85 80 75 70 60 60 no-good

.. الخطوة الثالثة للعمل مع البرنامج تتضمن القيام بوضع الشروط أو القواعد الأساسية التى يتم على أساسها الانتقاء والتمييز بين المتقدمين ويمكن اجراء مثل هذ الأمر بواحدة من طريقتين :

◆ الطريقة الأولى هى وضع المزايا التى لها الأولوية فى التفضيل بين المرشحين لشغل المناصب عن طريق الأسئلة التى يتم الاستفسار بها عن ترتيب المميزات تبعا لأولويتها ثم وضع هذا الترتيب على صورة شجرة قرار Decision Tree ، غير أن هذه الطريقة تتصف بالصعوبة لعدم القدرة على امكانية تحديد القواعد التى يتم على أساسها اصدار القرار ما لم يكن واضحا تماما ترتيب وأولويات المميزات .

◆ الطريقة الثانية تتم عن طريق وضع نسبة تقديرية لكل خاصية ويقوم البرنامج باستنتاج القواعد من خلال الامثلة المعطاة ، وتعد هذه الامكانية من المميزات الهامة فى البرنامج بتوفير عبء كتابة القواعد التى تحكم الاختيارات .

ناتج الخطوة الثالثة سوف يكون عبارة عن مجموعة من القواعد التى تظهر على الشاشة على شكل شجرى يوضح القواعد التى تحكم الاختيارات لتعديلها بالاضافة أو الحذف أو استخدامها كنظام خبير لاختيار العاملين أو المرشحين فى المصنع .

يتضح أن هذا البرنامج يقوم بمساعدة المستخدم على بناء نظم خبيرة خطوة بخطوة كما يطرح المساعدة على الشاشة وأهم مزايا البرنامج هى قدرته على استنتاج القوانين من الأمثلة وعمل مخطط شجرة القرارات والسهولة فى الاستخدام وإمكانية تحويل النظام الخبير بعد اتمامه إلى برنامج مكتوب باحدى لغات البرمجة العادية مثل لغة باسكال وسى وكوبول وبيسيك بحيث يمكن ربط البرنامج مع بقية البرامج المستخدمة .

حافظة البرامج كي *KEE*

من بين أشهر البرامج التى تقوم بتوفر بيئة مناسبة لاعداد نظم خبيرة هى تلك الحافظة المتاحة للاستخدام والمشهورة تحت اسم حافظة البرامج كى KEE ، واسمها اختصار لكلمات اللغة الانجليزية التى تعنى بيئة هندسة المعرفة Knowledge Engineering Environment .

يتوافر بهذه الحافظة عدد كبير من الأدوات التى تساعد على تمثيل المعرفة كما تحتوى على أساليب متنوعة للاستدلال واستنتاج الحقائق واستخلاص المعارف وإعداد نماذج المشاكل ومحاكاتها وتحتوى على أساليب مختلفة تمكن المستخدم من بناء النظام الخبير بسهولة ويسر وبأسلوب مبسط فى التعامل مع المستخدم .

يتم بناء قاعدة المعرفة فى هذا البرنامج عن طريق تمثيل المشكلة التى يتم دراستها بمجموعة من العناصر Object ، وهذه العناصر ترتبط مع بعضها البعض فى شكل هرمى hierachal تقسيم العناصر فيه الى أشياء أو وحدات Units هى :

- أشياء ملموسة (سيارات . قطارات . حيوانات . أشخاص) .
- وأشياء غير ملموسة (اجراءات . أساليب ..) .

وتنتمى مجموعات الأشياء (الملموسة أو غير الملموسة) والتى لها نفس الخصائص إلى فصيلة Class واحدة .

يمكن توصيف خصائص كل وحدة فى شكل إطار Frame بحيث يشتمل إطار كل خاصية على :

- تعريف الخاصية .
- أسلوب تحديد قيمة الخاصية .
- طرق التوريث المراد اتباعها لكل وحدة من الوحدات الأم لها .
- القيود المفروضة على تحديد قيمة هذه الخاصية .

تسمح برامج كى بادخال قيم خصائص الوحدات عن طريق واحدة من الطرق التالية:

- كتابة قيمة خصائص الوحدات بشكل مباشر من المستخدم .
- كتابة طريقة الحساب المطلوب اتباعها بلغة ليسب lisp .
- استخدام الدوال الخاصة ببرامج كى .

وذلك يتم بأسلوب تعامل مباشر مع قاعدة المعرفة بواسطة لغة خاصة إخبارية ببرنامج كى عن طريق الأسئلة والأجوبة التى تتعامل مع المستخدم بلغة تماثل اللغة الانجليزية لادخال بيانات الوحدات وخصائصها والقواعد المختلفة التى تتحكم فى عملها والتى تسمح بإجراء العمليات الاستنتاجية عليها وذلك عن طريق استخدام النوافذ والتعامل من خلال القوائم وإمكانية خلق النوافذ والقوائم جديدة مع امكانية استخدام الفأرة .

تستخدم إمكانيات الرسومات graphics فى برنامج كى للآتى :

- تمثيل شجرة الوحدات المختلفة لقاعدة المعرفة .
- تمثيل إطار كل وحدة من الوحدات المختلفة على حدة .
- متابعة مدى تغير قيم الخصائص المختلفة للوحدات .

- بناء أسلوب تعامل المستخدم مع التطبيقات لإدخال البيانات والاستعلام والتخاطب مع قاعدة المعرفة .

- امكانية التعامل مع صور نقطية bitmaps بحيث تسمح للمستخدم بإمكانية تكوين الصور والأشكال المطلوبة والتحكم فى حركتها .

تسمح برامج كى باجراء العمليات الاستنتاجية على هذه القواعد باستخدام السلسلة المتقدمة أو السلسلة المتقهقرة .

يسمح برنامج الربط KEE - Connection فى حافظة برنامج كى بتداول المعلومات بين قاعدة البيانات وقاعدة المعرفة بنقل البيانات من قاعدة البيانات وتخزينها فى قاعدة المعرفة أو نقل البيانات من قاعدة المعرفة إلى قاعدة البيانات للتعامل معها بواسطة مستخدمى قاعدة البيانات .

تتضمن حافظة البرامج كى أداة بناء نماذج المحاكاة Simkit تستخدم لتمثيل ومحاكاة النظم أو المشكلات تحت الدراسة وتتعامل هذه الأداة مع البيانات المتاحة بقاعدة المعرفة وتوفر هذه الأداة امكانيات توليد المتغيرات العشوائية وتجميع وعرض البيانات الإحصائية باستخدام إمكانيات الرسوم فى برنامج كى .

كما تتوافر فى برامج كى مميزات أخرى متعددة لاسبيل إلى الخوض فى تفاصيلها .

خلاصة

باستطاعة الانسان الاحتفاظ بالقواعد على صورة شرطيات « اذا كان كذا وكذا ، فعندها يكون كذا وكذا » في الذاكرة ، ويقوم بتنفيذها عندما يكون بحاجة إليها .

منذ الستينات صارت معظم برامج الذكاء الاصطناعى المفيدة موضوعة تحت نوع محاكاة الشرطيات « اذا عندها » ، ويتألف كل من هذه الأنظمة (المعتمدة على القواعد) من مجموعة معطيات من المعرفة ، ونظام ادارة لتطبيقها .

الحاسبات يمكن أن تزود بالمعرفة باستخلاص المعرفة من الخبراء وصياغتها على شكل برامج تحتضنها الحاسبات للحصول على حاسبات خبيرة فى مجالات محددة ويطلق على النظام ككل النظم الخبيرة Expert Systems .

تستخدم النظم الخبيرة فى مجالات متعددة لايمكن بحال حصرها وتستجد كل يوم مجالات جديدة لاستخداماتها فى الطب والهندسة والفلك والجيولوجيا وغيرها .

يمكن تركيب النظام الخبير بطرق مختلفة ويتركب من مكونات تتحدد بناء على الوظيفة التى يقوم بها وعلى المجال الذى يتخصص فيه وعلى أسلوب تمثيل المعارف به واستراتيجية التحكم .

يتكون النظام الخبير على الأقل من الأجزاء الرئيسية التالية :

قاعدة معرفة (Knowledge Base) .

آلة استدلال (Inference Engine) .

وحدة تعامل مع المستخدم (User Interface) .

وحدة امكانية التوضيح (Explanation Facility) .

وحدة امكانية تحديث المعرفة (Knowledge Update Facility) .

أشهر أساليب تمثيل المعارف فى النظم الخبيرة هى الاطارات (frames) والشبكات الدلالية (Semantic Nets) وقواعد الانتاج (production Rules)

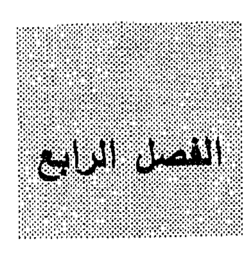
من النظم الخبيرة المشهورة التى لاقت نجاحا كبيرا فى مجال تخصصها تطبيقات مجالات مختلفة منها المجال الطبى والجيولوجى ومجالات أخرى

البرامج التى تعمل كاوعية لتصميم برامج النظم الخبيرة منها برنامج « اكسبرت رول Xpert Rule ويعد أحد البرامج التى يمكن أن تستخدم كنظام خبير فارغ من المعلومات بحيث يمكن استخدامه كوعاء للمعرفة فى المجال الذى سوف يستخدم فيه اذ يمكن للمستخدم بعد قيامه بملء هذا الوعاء بالمعرفة فى مجال من المجالات باستخدامه كنظام خبير .

من بين أشهر البرامج التى تقوم بتوفر بيئة مناسبة لاعداد نظم خبيرة هى تلك الحافظة المتاحة للاستخدام والمشهورة تحت اسم حافظة البرامج كى KEE ، واسمها اختصار لكلمات اللغة الانجليزية التى تعنى بيئة هندسة المعرفة Knowledge Engineering Environment .

الفصل الرابع

أساليب ولغات البرمجة في الذكاء الاصطناعي



أساليب ولغات البرمجة فى الذكاء الاصطناعى

يحتوى هذا الفصل على شرح للغات البرمجة المستخدمة فى مجالات الذكاء الاصطناعى وخواصها وامكانياتها وماتم استحداثه منها مثل لغة البرمجة IPL (Information Processing Language) ولغة البرمجة ريتا (RITA Language) ولغة البرمجة روزى (ROSIE Language) ولغة البرمجة ليسب (LISP) ولغة البرمجة برولوج (PROLOG) ولغة البرمجة SMALL TALK ولغة البرمجة SAIL (Stanford Artificial Intelgence Laboratory) مع ضرب الأمثلة لاستخدامات هذه اللغات وبصفة خاصة اللغات التى تعمل على الحاسبات الشخصية، ثم تناول الفصل ببعض التفصيل لغة ليسب ولم يتناول لغة البرولوج لتناولها فى مكان مستقل.

تعد لغات البرمجة من الأدوات الأساسية الهامة لبناء وتصميم نظم الخبرة وقد استخدمت لغات البرمجة العادية المختلفة لانشاء نظم خبيرة فى الذكاء الاصطناعى منها لغة الآلة Machine code ولغة التجميع Assembly ولغة بيسك Basic ولغة باسكال (Pascal).

واللغات التى تخدم الذكاء الاصطناعى هى اللغات التييمكنها معالجة الرموز ومن ثم فإن اللغات العادية لم تكن بالقوة والأداء الجيد الذى يتناسب مع متطلبات النظم الخبيرة، كما أنها كانت مرهقة إلى حد كبير فى العمليات المختلفة لإنشاء وتركيب النظم الخبير، وإضافة إلى قدراتها المحدودة فى عمليات المحاكاة فقد كانت عاجزة عن تركيب خطوات الاستدلال المنطقى للبيانات والمعلومات المحتواة فى برنامجها، ولم تستطع هذه اللغات أداء وظائف عمليات معالجة القوائم.

وقد كانت مشكلة عدم استطاعتها على حل المشاكل والمسائل التى تتعرض لها إلا بضرورة كتابة طرق الحل فى البرنامج بالترتيب الاجرائى والخطوات المنطقية ذات الترتيب من بين المشاكل التى تعترض استخدامها فى بناء النظم الخبيرة.

إضافة إلى هذا كله عدم قدرتها على استخدام اللغة الطبيعية فى دوالها واجراءاتها ومنهاجياتها.

كل هذه الأشياء جعلت من لغات البرمجة العادية لغات برمجة عاجزة عن إعطاء برامج لها قوة تقدر على التعامل مع الأطروحات التى استجدت في عالم البرمجة لاعطاء تطبيقات فى المجالات المختلفة للذكاء الاصطناعى، وعلى الرغم من ذلك فقد ظهرت برامج ذكاء اصطناعى مكتوبة بلغة بيسك يمكن تنفيذها على الحاسبات الدقيقة.

ويمكن عد لغة باسكال ولغة سى باصداراتها الحديثة C^{++} من اللغات التى يمكن استخدامها فى الذكاء الاصطناعى لتميزها فى تركيب البيانات وقدراتها فى البرمجة الهيكلية.

إلا أنه بالرغم من ذلك فقد كانت هناك حاجة ماسة إلى وجود لغات برمجة ذات قدرات وامكانيات تتيح التغلب على نقاط الضعف التى ظهرت فى لغات البرمجة العادية ، وبحيث تكون موجهة لاستخدامها فى الذكاء الاصطناعى.

وفى الواقع فإن لغات البرمجة كانت تتعدد وتتطور بسرعة أيضاً مماثلة للسرعة التى كانت تتطور بها المكونات المادية لإعطاء المكونات المادية قدرة ومرونة على تحقيق الأهداف التى تصمم من أجلها، ومن هنا لم تبرز فقط الحاجة إلى وجود لغات برمجة تتعامل مع التطبيقات التى استجدت فى عالم الحاسبات بظهور أدوات الذكاء الاصطناعى ، بل إن وجود مثل هذه اللغات قد أصبح ضرورة تحتمها الإمكانيات الجديدة التى تواجدت على نطاق الإمكانيات المادية وتطورها.

تم استحداث لغات للبرمجة قريبة الشبه باللغات الطبيعية من حيث المفردات التى تكونها (English Like) ، ونشأت لغات كثيرة تتعدد فى الاستخدام وتتنوع فى الامكانيات، ومن بين هذه اللغات :

لغة البرمجة (IPL (Information Processing Language وتعد من اللغات الأولى فى هذا المجال والتى صممت خصيصا لمعالجة المعلومات ، وهى من تصميم ثلاثة من الخبراء هم نيويل وشو وسيمون تمكنوا من ابتكارها فى عام ١٩٥٦، وعابها عدم سهولة الاستخدام لقربها من لغة الآلة.

لغة البرمجة ريتا (RITA Language) التى استخدمت فى بناء نظم الخبرة لمكافحة الارهاب الدولى.

لغة البرمجة روزى (ROSIE LANGUAGE) التى استخدمت فى بناء نظم الخبرة للتخطيط الحربى (TATR) ، واستخدمت فى بناء نظم الخبرة لتطبيق القانون (LDS) كما تم استخدامها فى مشروع النظام اللغوى للمحاكاة روس (ROSS) والذى استخدم فى بناء نظام الخبرة لمحاكاة معارك الطيران (SWIRL) وكذلك نظام الخبرة التكتيكى للتواعد الأرضية (TWIRL).

لغة البرمجة ليسب (LISP) وقد قام بتصميمها جون ماركاثى في عام ١٩٥٨ واستخدمت في بناء نظم خبرة متعددة منها (OPS, OPS5, DEVD).

لغة البرمجة برولوج (PROLOG) وقد استخدمت فى نظم الخبرة المتعددة منها Esp/Advison, M.1.

لغة البرمجة SMALL TALK.

لغة البرمجة SAIL (Stanford Artificial Inteligence Laboratory) وقد تم تصميمها فى جامعة ستنافورد.

إضافة إلى لغات برمجة أخرى متعددة استخدمت بنجاح فى مجال تطبيقات الذكاء الاصطناعى.

تختلف البرمجة للذكاء الاصطناعى عن البرمجة العادية من عدة أوجه فالبرمجة العادية تحتوى على :

- برنامج Program
- مفسر Interpreter أو مترجم Compiler
- محلل برامج Programmer analyst ومبرمج Programmer
- لغة برمجة عادية مثل ...,Fortran, Basic

فى البرمجة العادية يتولى المحلل تحليل المشكلة، ويقوم المبرمج بكتابة البرنامج باستخدام لغة البرمجة العادية على شكل خطوات باتباع القواعد وباستخدام الجمل والعبارات الموجودة فى لغة البرمجة العادية، ثم يتولى ادخال البرنامج بواسطة وحدة من وحدات الادخال إلى الحاسب ليجرى تشفيرها (ترجمة بواسطة المترجم أو تفسيرا بواسطة المفسر) لتقوم الوحدات المادية المختلفة فى الحاسب بتحليلها وتنفيذ خطوات البرنامج والتعامل مع البيانات والمعلومات الموجودة فى البرنامج أو التى يتم استدعاؤها من وسيط التخزين، وصولا إلى النتيجة المطلوبة والتى حددها المبرمج فى برنامجه.

نظم الخبرة تحتاج إلى ما يقابل هذه الأشياء ولكن بصورة تختلف :

- تحتاج إلى قاعدة معرفة Knoweodge base تشتمل على إجراءات البحث وتطبق الشروط فى قاعدة المعرفة والحقائق والشروط.
- وعوضا عن المفسر والمترجم تحتاج إلى آله استدلال Inference engine
- وخبير المعرفة Knowledge expert وخبير المجال Expert domain بديل المبرمج والمحلل.
- أداة البرمجة تستخدم لغات البرمجة التى تناسب تطبيقات الذكاء الاصطناعى بدلا من لغة البرمجة العادية.

فى حالة الذكاء الاصطناعى وفى تطبيقات نظم الخبرة علي وجه التحديد فإن المستخدم الذى يستخدم جهاز الحاسب يبدأ برنامجه بتسجيل قاعدة المعرفة، وسواء أكان ذلك ببناء قاعدة للمعرفة يقوم هو بإنشائها أو كان ذلك عن طريق برنامج جاهز معد ليكون وعاء للمعرفة فإن بناء قاعدة المعرفة يتم بتسجيلها، وقاعدة المعرفة تعتمد على معلومات على شكل حقائق (Facts) وقواعد Rules، والقواعد هى الشروط التى تبين العلاقة بين هذه الحقائق، ويمكن تمثيل هذه الحقائق والشروط باستخدام وسائل متعددة .

آلة الاستدلال هى برنامج مصمم بحيث أنه اذا ما أطلق التعريف لها من خلال المستخدم لما هو مطلوب فإنها باشتمالها على قواعد للبحث وأساليب لتطبيق الشروط وامكانيات للتفرع إلى الأمام وإلى الخلف تبدأ فى تنفيذ خطوات عملها وصولا إلى استنباط الحلول واستنتاجها، وقد تستخدم فى ذلك وسيلة تحاوريه للشرح والاستفسار يقوم المستخدم من خلالها بالإجابة عن أسئلة يمكن أن تطرح عليه لإدخال العوامل المتغيرة التى تناسب المستخدم وربطها بقاعدة المعرفة الموجودة ، ثم تتعامل مع المعلومات المتوافرة فى قاعدة المعرفة لتعطى فى النهاية النتيجة المطلوبة لحل المشكلة مشتملة على الشروط والقواعد التى طبقت والتى تحتوى كذلك على جزء من خبرة المستخدم.

وإذا كان المجال قاصرا على تناول لغات البرمجة للذكاء الاصطناعى بالتفصيل الواجب فإن هذا لا يمنع من تناول بعضا من امكانيات بعض هذه اللغات، بما يتيح القدرة على التعرف عليها.

١ - لغة البرمجة ريتا
(RITA Language)

صممت هذه اللغة فى البداية كلغة وسيطة لبرمجة الحاسبات لإمكانية استخدامها فى الوصلات الذكية، وتميز الهيكل البنائى لهذه اللغة بأن المفردات والألفاظ التى استخدمت فيها كانت من مفردات وكلمات اللغة الانجليزية ، وأعطاها هذا التميز سهولة الاستخدام بواسطة المستخدمين غير المتخصصين بالبرمجة فى النهايات الطرفية كما أعطت إمكانية التعاون والتفاعل مع نظم التشغيل التى تعمل عليها الحاسبات.

والبرنامج التالى هو أحد البرامج المكتوبة بهذه اللغة (أساليب البرمجة والمحاكاة أ.د محمد على الشرقاوى - مجلة كمبيوتر)

OBJECT person < 1 >

الهدف شخص ١

name IS "John Smith ",

الاسم جون سميث

age 15 "32",

السن ٣٢

salary- rgane IS " $ 33, 000 to $ 43.000

حدود المرتب من ٣٣,٠٠٠ الى ٤٣,٠٠٠ دولارا.

OBJECT Person <2>

الهدف شخص ٢

name IS "Mary jones",

الاسم مارى جونز

age 15 IS "22",

السن ٢٢

OBJECT group <1>

الاسم مجموعة ١

name IS "GS level 15",

الاسم ج س المستوى ١٥

Type IS "goernment service emplopyees ":

النوع موظف للخدمة الحكومية

nembers IS ("John Smith,"," Mary Jones"," Tom Brown");

الأعضاء جون سميث، مارى جون ، توم براون

RULE1:

القاعدة ١

IF : THERE IS a person WHOSE salary-range IS KNOWN

AND WHOSE status IS NOT KNOWN

(إذا) كان هناك شخص معروف المرتب

وغير معروف الهوية

THEN : SEND the rame OF the person TO user

& SEND the salary- ange OF the person TO user

& SET the status OF the person TO "accounted for ";

(اذا) ارسل اسم هذا الشخص إلى المستخدم

(و) ارسل مرتبه إلى المستخدم

(و) ارسل للبحث عن هويته.

من شكل هذا البرنامج يتضح مدى تيسيرها في ربط البيانات والمعلومات، إضافة الى اللغة التى هى أقرب إلى اللغة الانجليزية الطبيعية وتركيباتها اللغوية.

لقد استخدمت لغة ريتا فى تصميم بعض نظم الخبرة وظهرت فى أثناء بناء بعض هذه النظم أوجه القصور فى هذه اللغة اذ تبين عند استخدامها بطء سرعة المعالجة وعدم القدرة الكافية لمفردات اللغة الانجليزية المستخدمة فيها على التعبير بشكل عام، إلا أن هذا لا ينفى استخدامها فى بناء بعض نماذج نظم الخبرة الناجحة ومن أشهر نظم الخبرة التى استخدمت فيها لغة ريتا كأداة للبرمجة نظام الخبرة المستخدم فى مكافحة الإرهاب الدولى (١٩٧٧ - ١٩٧٩).

٢ - لغات على الحاسبات الشخصية

تستخدم الحاسبات الشخصية فى تنفيذ بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعى، وبالنظر إلى التطورات الكثيرة التى جرت فى مجال الحاسبات الشخصية فإن هناك الكثير من التطبيقات التى ينتظر لها أن تجد مكانها الطبيعى على الحاسب الشخصى.

إذا كان النظر قديما الى أن محدودية الذاكرة وسرعة المعالج وصغر سعة وسائط التخزين المختلفة، قد يحد من استخدام الحاسبات الشخصية فى تطبيقات الذكاء الاصطناعى، فإن هذه المؤثرات قد بدأت فى التلاشى تدريجياً مع المنتجات الحالية والقادمة من الحاسبات الشخصية، وخاصة الأجهزة الجديدة التى تعمل على ما يسمى بالوسائط المتعددة MULT I MEDIA أو الإعلام المتعدد.

وإن كانت النظم الخبيرة وألعاب الحاسب وغيرها من التطبيقات قد وجدت سبيلها إلى الحاسب الشخصى منذ فترة طويلة فإن الكثير من التطبيقات سوف تجد سبيلها فى الوقت القريب.

ولإيجاد تطبيقات الذكاء الاصطناعى على الحاسبات الشخصية فإن من الضرورى نظرا لكبر حجم قواعد المعرفة وقابليتها للزيادة أن تكون الذاكرة ذات حجم مناسب ويفضل وجود معالج سريع من المعالجات الحديثة ووجود أقراص صلبة.

من اللغات المستخدمة فى الذكاء الاصطناعى والتى لها اصدارات على الحاسب الشخصى تعد اللغات الثلاث التالية :

لغة ليسب (LIIPS)

لغة برولوج (PROLOG)

لغة سمول توك (SMALL TALK)

من أشهر هذه اللغات ومن أكثرها قدرة وفاعلية وانتشارا، وإن كان هناك اختلاف حول مدى فاعلية كل منها وانتشارها فانه يقال أن لغة ليسب هى لغة طبيعية ومن أكثر اللغات المنتشرة عالمياً لبناء نظم خبيرة نظرا لامكانياتها للتعامل مع اللغات الاخرى مثل لغة (C)

كما يقال أن لغة برولوج لغة منطقية تعتمد على التركيب والتفرع وذات انتشار أكبر

فى أوربا واليابان وخاصة بعد أن اعتمدتها اليابان أساسا لإنتاج أجهزة الحاسب فى الجيلين الخامس والسادس.

إضافة إلى هذا يقال أيضا أن لغة سمول توك هى لغة البرمجة بالأهداف والتى انتشرت فى الولايات المتحدة الامريكية وتمتاز بالمدى الواسع للرسوم واستخدام النوافذ.

١ – لغة سمول توك
Small Tall

من بين اصدارات هذه اللغة (SMALL Talk 80) ، (Smalltalkev) وتسمى اللغة بلغة البرمجة الموجهة للأهداف Object Oriented Programming Language وهى لغة تحاورية (Interactive) تعتمد على استخدام النوافذ (Windows) إلى حد كبير للتيسير على المستخدم وتلافى الأخطاء التى يمكن أن يقع فيها.

تعتمد لغة سمول توك على توصيف الأهداف بشكل متدرج من العام إلى الخاص على شكل نظام طبقى بحيث يعطى هذا الشكل فى النهاية كل بيانات الهدف شاملا جميع خواصه.

الطبقات (Classes) :

من أهم سمات هذه اللغة اعتمادها على وضع البيانات فى طبقات (Classes) تعرف بأنها تركيبة بيانات (Data Structure) ، توصف الأهداف بحيث أن كل الأهداف التى تندرج تحت نفس الطبقة لها نفس تركيبة البيانات، وتمثل الطبقة الأولى طبقة الجذر (root Class) الذى تندرج تحته باقى الطبقات (Sub Class) كهيكل شجرى ويمكن استخدام أكثر من مائة طبقة (تركيبة بيانات) لتوصيف هدف من الأهداف والتى تعتبر أداة مناسبة لبناء وحدات الذكاء الاصطناعى ونظم الخبرة.

ولتقريب الأمر إلى الذهن فالسيارات على سبيل المثال متشابهة فاذا ما اعتبر الهدف هو انتاج الشركات المختلفة من السيارات كصفة أساسية للهدف (ماركة السيارة)، فإن هناك الكثير من السيارات لها نفس الماركة (فيات ، فورد ، مرسيدس) ولكنها من طرازات مختلفة (فيات ١٢٨ ، فيات ١٣١، فيات ١١٠٠ ، فيات ١٣٢ ، وغيرها ....) ، وبرغم أن هذه

الانتاجيات المختلفة من نفس الماركة إلا أنها تختلف فى المواصفات وعلى ذلك فهى مستوى آخر من (الماركة) الأصلية.

من ذلك فإن اعتبار أن الخاصية العامة والأساسية للسيارة (كهدف) هى شركة الانتاج (الماركة) فمن الضرورى أن تأتى فى الطبقة التالية الطرازات المختلفة لانتاج كل شركة من المنتج من ماركتها، وبهذا ينبنى نظام طبقى يبدأ بالهدف العام وهو أسماء الماركات المختلفة من السيارات وفى طبقة تالية لكل ماركة من ماركات السيارات تأتى الطرازات المختلفة من كل ماركة، وفى كل طراز من الطرازات المختلفة هناك المواصفات التى يشتملها كل طراز من هذه الطرازات المختلفة.

وبهذا الشكل يكون التوصيف العام فى نظام طبقى متدرج وترى لغة سمول توك فى النهاية الأمر بالنسبة لها مبنيا على أن السيارات من الماركات المختلفة تعتبر متدرجة من نوع واحد وعام وهو السيارة التى لها صفات عامة.

عناصر لغة البرمجة بالأهداف :

أ - الهدف (Objet) هو اللبنة الأساسية للغة وهو وحدة البيانات الأساسية فى هيكلها ويكون على إحدى الصور الثلاث :

الأرقام الصحيحة

الكلمات المكونة من حروف هجائية

الصفوف.

ب - الرسالة (Message)

الرسالة (message) عبارة عن الجزء المسئول عن ايجاد قيمة الهدف، وتقوم مقام الدوال فى لغات البرمجة الأخرى فاذا ما كتبت رسالة ما بجوار هدف فإن ذلك يعنى ايجاد القيمة لهذا الهدف.

جـ - الطريقة Method

هى التفاصيل الدخلية لطريقة تنفيذ الرسالة وتمثل التسلسل المنطقى لاجراء عملية حساب البيانات بناء على ماورد فى الرسالة.

تتكون الجملة المكتوبة فى لغة سمول توك على الأقل من :

١ – هدف (رقمى أو مكون من حروف هجائية)

٢ – ورسالة

وتبدأ الجملة بكتابة الهدف تليه مسافة واحدة خالية على الأقل ثم تليه الرسالة التى سيتم تنفيذها وتستخدم العلامة = > للدلالة على النتيجة التى تتلو الرسالة المكتوبة بعد كتابة هذه العلامة مباشرة، ويتم الحساب من اليسار إلى اليمين.

المثال التالى يوضح أسلوب اجراء العمليات الحسابية من اليسار الى اليمين.

19+17 = > 36

2 + 9 * 3 = >33

يمكن لهذه اللغة التعامل مع القوائم باختيار عنصر من عناصر قائمة أو اتحاد قائمتين أو إيجاد الفرق بين قائمتين وغيرها من العمليات التى تتم على القوائم فمثلا لإيجاد العنصر الرابع من القائمة التى تحتوى على خمسة عناصر (أسماء) هم (على و يوسف ونها ودينا وداليا) فإن ذلك يتم بتحديد رقم العنصر المطلوب من الترتيب من جهة اليسار كالتالى :

.# (ali yosef noha dina dalia) at 4 = > dina

وكانت النتيجة هى إيجاد العنصر الرابع من اليسار وهو اسم دينا .

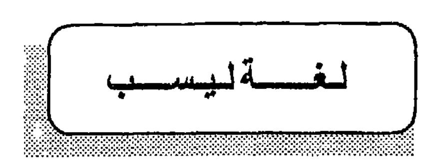
ولعمل اتحاد بين قائمتين تكتب على الصورة :

.# (dina dalia) AND # (zahra sara) = > (dina dalia zahra sara)

كما تحتوى اللغة على تعبيرات غير موجودة فى اللغات الأخرى مثل تعريف الصورة

(Image) ، وهى الحالة الحالية التى توجد عليها البيانات التى توصف الهدف والتى تتغير إذا حدث تعديل فى الرمز (Code) أو البيانات (Data) لهذا الهدف وينشأ فيها ما يسمى بملف الصورة الحالية (Image File) وتستخدم فيها أوامر لحفظ الصورة (Save Image) والتعامل معها .

غنى عن البيان القول بأن هذا الكتاب لم يصمم لتناول هذه اللغة وإنما يكون قد أمكن اعطاء ملامح عامة لها تكون مفيدة فى التعرف عليها وعلى إمكانياتها .



لغة معالجة القوائم LISP (LIST Pocessing)

ظهرت هذه اللغة فى نهاية الخمسينات فى الولايات المتحدة الأمريكية اختصارا للكلمتين الانجيزيتين LIST Processing أو معالجة القوائم، وقد امتازت بعدة مميزات جعلتها لغة من اللغات ذت الكفاءة لكتابة البرامج الخاصة بالذكاء الاصطناعى ومن أهم هذه المميزات :

- اعتماد هذه اللغة على القوائم كأساس لتركيب البيانات بصفة عامة، وهذا التركيب
- يعطى ميزة كبيرة فى صياغة برامج الذكاء الاصطناعى.
- القدرة على جدولة الرموز ومعالجتها symbol manipulation
- امكانيات كبيرة فى توفير بيئة برمجة فعالة interactive programming

ولاتعنى القوائم هنا أن البيانات تكون فى جدول من خانات (حقول) بالمعنى المتعارف عليه فى جداول المرتبات أو بيان أسماء الطلاب فى أحد الفصول الدراسية ، وإنما القوائم فى لغة ليسب هى عبارة عن قوس يحتوى بداخله على البيانات يفصل بين كل بيان وآخر مسافة واحدة على الأقل فالجملة التالية هى قائمة من قوائم البيانات فى لغة ليسب.

(123 ali sohair)

ويقال أن القائمة تتكون من مجموعة من الخلايا cells أو الذرات atoms وقد تتكون القائمة من مجموعة من الذرات فقط أو من مجموعة من الذرات والقوائم وفى الحالة الأخيرة يطلق عليها اسم قائمة مركبة.

وبالإضافة إلى اختلاف القائمة عن مفهوم المصفوفة فإن هناك العديد من الامتيازات التى يوفرها تركيب البيانات على صورة قائمة عما لو كانت على شكل مصفوفة ، فبينما يتطلب الأمر فى معالجة المصفوفات.

- تحديد نوع وحجم البيانات لإمكان تخصيص مكان مناسب لها فى الذاكرة.
- لايجوز لها أن تنقص أو تزيد عن الحجم المحدد لها.
- يجب أن تحفظ فى أماكن متتالية من الذاكرة.

فإن القوائم تمتاز فى هذه الحالة بأنها :

- لايستلزم الأمر تحديد حجم ونوع البيانات لها مقدما.
- يمكن لها أن تنكمش بنقصان الحجم أو تتمدد بزيادة الحجم فى أثناء تنفيذ البرنامج
- يمكن لها أن تحفظ ذراتها فى أماكن مبعثرة من الذاكرة دون أن تفقد ارتباطها إذ تظل محتفظة بنوع من الارتباط عن طريق المؤشرات الموجودة فى كل خلية.

الذرات والقوائم

تتكون لغة ليسب من الذرات atoms وهى العنصر الأساسى فى لغة ليسب، والقوائم Lists، اما التعبيرات والجمل expressions فى لغة ليسب فهى تتكون من مجموعة من الذرات والقوائم ويتكون البرنامج فى لغة ليسب من الاجراءات و المناهج procedures والبيانات والتى تكون على شكل قوائم.

الــذرات

الذرات هى أصغر مكون من عناصر ليسب وتكون إما ذرات عددية أو ذرات رمزية.

أ. الذرات عددية وهى الأعداد مثل :

922.35
0.0782

فهذه الأعداد تسمى فى لغة ليسب بالذرات العددية.

ب - الذرات الرمزية مثل :

A B E
EGYPT
ZAHRA
KAREEM
DATABASE

وهذه الحروف والكلمات والأسماء تسمى بالذرات الرمزية

القوائم :

من أهم السمات التى تتسم بها لغة معالجة القوائم (ليسب) أنها لغة تأخذ فيها البيانات والتعليمات نفس الشكل بحيث لا يوجد فرق بين تركيب البيانات أو البرامج ، بمعنى أنها ذات نمط واحد فى طريقة الكتابة.

بصفة عامة تكتب التعليمات والبيانات على شكل قائمة تكاد تشابه أسلوب الكتابة فى اللغات الطبيعية ، وإذا كنت الأرقام فيها تشكل الذرات الرقمية فإن الذرات الرمزية فيها من الأفعال والأسماء ما يقرب اللغة إلى اللغة الطبيعية مثل اجمع sum، والمجموع الكلى total

تعرف القائمة بأنها عبارة عن جملة مكتوبة تبدأ من الطرف الأيسر بقوس ويمكن أن تحتوى على ذرات عددية أو ذرات رمزية أو أصفار أو قوائم أخرى، ويسمى العنصر الأول في القائمة والذى يلى مباشرة بالدالة function أو الوظيفة أو العمل المراد تنفيذه على بقية العناصر الأخرى فى القائمة.

مثال :

(+ 77 81)

هذه هى إحدى القوائم البسيطة، وقد اشتملت بداية على القوس الأيسر يليه مباشرة

علامة الجمع وهى الدالة التى ستتأثر بها باقى عناصر القائمة، يلى علامة الجمع مسافة للفصل بين العنصر الأول فى القائمة والعنصر الثانى فيها وهو الذرة العددية التى يمثلها الرقم ٧٧ ثم مسافة أخرى تفصل بين العنصر الثانى والعنصر الثالث والذى هو الذرة العددية التى يمثلها الرقم ٨١ فتكون القائمة فى هذه الحالة قائمة بسيطة غير مركبة وتحتوى على ثلاثة عناصر وناتج هذه الجملة أو التعبير هو الرقم ١٥٨.

القائمة التالية

(1750 KGM SUGAR)

قائمة احتوت على ذرة عددية ١٧٥٠ وذرتين رمزيتين ، أما القائمة المركبة فالمثال التالى يوضح احداها :

(ARAB(AFRICA (EGYPT LIBYA) ASIA (SYRIA JORDAN)))

وهى تحتوى على ذرات ARAB, AFRICA, ASIA كما تحتوى على القوائم الداخلية التى هى :

(EGYPT LIBYA)

(SYRIA JORDAN)

وهذه القوائم بدورها تحتوى على ذرات رمزية تشكل عناصرها.

لهجات لغة ليسب

النتيجة الطبيعية لكل ماهو موجود من اختراعات البشر ومن جهدهم الانسانى الخلاق أن لكل شىء اذا ماتم نقصان، ومن هنا فإن كل لغات البرمجة جرى عليها مايجرى على كل شىء من تطوير وتعديل بغية الوصول إلى الأفضل وعلى ذلك فإن كل لغات البرمجة قد تعرضت لعمليات متتالية من التطوير والتعديل حتى فى بعض الأحيان لم يعد باقيا من اللغة الأصلية إلا بعض الملامح البسيطة القديمة لها.

قد تجرى عمليات التطوير بواسطة الشركة أو المجموعة القائمة بانتاج اللغة نفسها فيما يطلق عليه الاصدارات المختلفة أو أن يكون التطوير قد تم على أيدى مجموعات أخرى

استخدمت اللغة ووجدت أنه من اليسير التبديل والتعديل والإضافة عليها وفيها حتى تكون أيسر فى الاستخدام وأقوى فى الأداء ومن هنا تظهر اللهجات المختلفة فى اللغة الواحدة.

وبالرغم من أن الاصدارات المختلفة واللهجات المختلفة (باصداراتها المتعددة) تحاول الحفاظ على شكل أو هيكل اللغة إلا أنه فى بعض الأحيان تكون عملية التطوير انقلابا فى مجمل الهيكل البنائى والألفاظ المستخدمة ووظائف الدوال وطبيعة أدائها ، وقد ظهر نتيجة للتطورات المختلفة فى لغة ليسب لهجات عديدة منها :

لغة ليسب Mac LISP وطورت بواسطة مؤسسة MIT.

Common LISP

.Zeta LISP

CLISP (Conversational LISP) من ماساتشوستس

Franz LISP من جامعة كاليفورنيا

New Imiementation LISP (NIL) من مؤسسة MIL.

ومنها أيضا PSL, SCHEME, T, inter LISP, BBN ، وغيرها من اللهجات المختلفة، وأكثر اللهجات شيوعا على الحاسب الشخصى IBM والأجهزة المتوافقة معه هى Golden Common LISP (GCLSP)

لغة ليسب العام GCLISP

من بين اللهجات المتعددة للغة ليسب فإن لغة الليسب العام Gclisp تعطى ملامح عامة لهذه اللغة، ومن شكل البرنامج المكتوب بها يمكن التعرف عليها من شكل الكتابة إذ تظهر النجمة (*) Asterisk فى البداية كمشيرة للغة كما أن الجملة المكتوبة تحتوى على قوس كامل واحد على الأقل وتتضمن وجود مسافة خالية واحدة على الأقل بين كل عنصر من عناصر الجملة.

ويلاحظ أن جمل التعبيرات الحسابية تنفذ فور كتابة الطرف الأيمن من القوس فى حالة كتابة جمل منفردة مثل :

```
* ( SQRT 49)

7
```

كما يمكن كتابة الأرقام منفردة بدون أقواس

```
* 85

85
```

ويجب ملاحظة أنه فى حالة عدم كتابة قوس الطرف الأيمن فإن العملية الموجودة داخل القوس لن تتم.

```
* (+57
```

العمليات الحسابية

يمكن استخدام اللغة لتنفيذ العمليات الحسابية مثل الجمع والطرح وإيجاد القيمة المطلقة (abs) وغيرها من العمليات الحسابية

```
* (- 12.8 20.9)
8.1
* ( ABS - 11.56 )
11.56
```

ولرفع الرقم إلى الأس مثال ٩ أس ٢ فإنها تكون ٨١ فإن هذا الأمر يتم التعبير عنه بالجملة التالية

```
* (EXPT 9    2)

81
```

إلا أن من بين العناصر الجيدة والملامح القوية فى اللغة إمكانياتها فى إيجاد ووضع الأرقام تبادليا فلإيجاد أصغر رقم من بين مجموعة من الأرقام فى أى من لغات البرمجة العادية فإن ذلك الأمر يحتاج إلى خطوات مطولة بينما فى لغة الليسب تستخدم الدالة MIN.

```
* (MIN 8   2   7   9   5)
2
```

من ثوابت لغة ليسب الصفر (nil) والذى يستخدم فى نتيجة منطقية غير حقيقة (False) ويرمز له بالحرف F، أما إذا كانت النتيجة حقيقية (Ture) فيرمز لها بالرمز (T) وذلك عند تنفيذ الدوال الحسابية المنطقية كالتساوى والمقارنات (أكبر من وأقل من) ومن أمثلة ذلك :-

مثال لمعرفة ما إذا كان الرقم الذى يلى الدالة هو عدد زوجى أم لا فإذا كان العدد زوجيا فإن الاجابة سوف تكون T حقيقية، أما اذا كان العدد فرديا أو غير زوجى فإن الاستجابة من اللغة سوف تكون F غير حقيقى ويستخدم EVEN لهذه العملية بينما تستخدم الدالة ODDP لعملية البحث عن العدد الفردى.

```
* (EVEN 10)
T
* (ODDP 17)
T
* (ODDP 8)
F
```

وبالنسبة لعملية التساوى يستخدم الرمز = على الصورة التالية :

```
*(= F   7   9)
F
* (= 9      9)
T
```

أما بالنسبة لعملية أكبر من فيستخدم الرمز > لها ويستخدم الرمز < لعملية أصغر من، كما يستخدم الرمز /= لعدم التساوى مثل :

```
* ( > 9 5 4 )
T
* (> 3 9 )
F
* ( < 1 6 11 )
T
```

```
* (< 7 3 )
F
```

العمليات التى تبين أكبر رقم من بين مجموعة من الأرقام MAX أو أقل رقم من بين مجموعة من الأرقام MIN تتم كالتالى :

```
* (MAX 4  19  8 )
19
* ( MIN 3 5 8 )
3
```

ولمعرفة ما إذا كان العدد سالبا أو مساويا للصفر يتم ذلك على الصور التالية :

```
* (MINUSP - 6 )
T
* (ZEROP 6 )
F
* (ZEROP 0 )
T
```

ويجب التنوية إلى أنه برغم أن اللغـة تشـتـمل على الكثيـر من الاجـراءات والتى يقـال عنها أنها اجراءات أولية إلا أنه يمكن بناءاجراءات أخرى تحقق المطلوب إذا لم يكن مثل هذا الإجراء موجوداً فى اللغة ويسمى هذا الإجراء بالإجراء المبتكر.

فمـثـلا لايوجد فى لغة ليسب إجراء أو دالة تقوم بايجاد مـضـروب عـدد مـا ، فـلإيـجـاد مـضروب العـدد الصـحيح ٣ على سـبيل المثال فإن المضـروب يسـاوى ٣ مضـروبة فى مضـروب الرقم الأقل بواحـد صـحيح وهو ٢ وهكذا حـتى نجد أن المضـروب يسـاوى ٣ مـضـروبة فى ٢ مضروبة فى مضروب العدد واحد والذى يساوى الواحد فيكون الناتج هو ٦ .

ولوضـع دالة فى لغة ليسب تقوم بمثل هذا الاجراء ، وهو إيجاد مضـروب أى عدد فإن هذه الدالة المبتكرة يمكن تعريفها ووضـعها واستخدامها كأحد الدوال المعرفة بواسطة المبرمج وتقوم لغة ليسب بالاحتفاظ بها وتتعرف عليها متى طلب منها المستخدم تنفيذها .

```
* (DEFUN    FACTORIAL (N))
(COND ((-N 1) 1 )
(T (* N (FACTORIAL (-N 1 )))))
24
* ( FACTORIAL    6 )
```

وبالطبع فإن اللغة لم تصمم أساساً للعمليات الحسابية والرياضية، وإذا كان هذا العرض يشمل بعضا من تلك العمليات فليس ذلك إلا رغبة فى تيسير التعامل مع اللغة ولعرض بعض امكانياتها فى هذا المجال.

دوال القوائم ومعاجة الرموز

اللغة تتعامل مع الرموز والسلاسل الحرفية بأسلوب مبسط وسهل يشبه الكتابة باللغة الطبيعية فمثلا.

```
* (QUOTE (LIST Processing lanuage LISP. )
LIST Processing language LISP.
*(LIST 'E 'G 'Y 'P 'T')
(EGYPT)
```

وتحتوى لغة ليسب على أساليب ووسائل متعددة للتعامل مع الرموز ، وإن كان المجال ليس متسعا لعرض كل مايمكن أن تقوم به لغة معالجة القوائم فى التعامل مع الرموز فإن بعضا من الأمثلة سوف توضح بعض امكانيات هذه اللغة من خلال ما يطلق عليه اسم الاجراءات أو المناهج Procedures أو الدوال.

كمثال على ذلك فإذا كانت هناك إحدى القوائم تحتوى على عدد من الذرات الرمزية ويراد ايجاد أول عنصر (ذ رة رمزية) أو العنصر الثانى أو آخر عنصر أو جميع العناصر ماعدا الأول منها فى هذه القائمة فإن اللغة تحتوى على العديد من الاجراءات أو المناهج أو الدوال التى تمكن من مثل هذا العمل بسهوله.

ولما كان من أهم مميزات اللغة هو التعامل بالقوائم فإنه يوجد كثير من الدوال التى

تتعامل مع القوائم، ومن هذه الدوال يتبين أن اللغة قريبة الشبه باللغات الطبيعية مثل (List), (append), (set),.. وتبعا لاستخدام الدوال يمكن إيجاز هذه الدوال فى :

١ - دوال تخصيص القيم (Assign Values)

وتستخدم هذه الدوال لتخصيص قيم ومنها الدوال (Set, Setg, Pest) ومن الأمثلة التالية سوف يتضح أسلوب استخدام هذه الدوال :

```
* (setq X 4 )
4
* (SETQ  Y  9 )
9
* (SETQ     Z  (+ 3 5 ))
8
* ( SETQ  S ( - 6  8 )
2
* (PSETQ X Y Y X)
* X
9
* Y
4
* (PSETQ Z  S  S  Z )
* Z
2
* S
8
```

٢ - دوال تجزئة القوائم List apparts

وتقوم بتجزئة القائمة مثل الدالة (CAR) التى تستخدم لاختيار العنصر الأول من القائمة)، والدالة (SECOND) التى تنتقى العنصر الثانى من القائمة فقط، والدالة (CDR) التى تستخدم لاختيار كل عناصر القائمة ماعدا العنصر الأول منها .

فلنأخذ المثال الأول لاستخراج العنصر الأول من القائمة التالية :

(A B C D)

لاستخراج العنصر الأول من القائمة يستخدم المنهج CAR فاذا ما كتب التعبير التالى:

* (CAR '(ABCD))

فان هذا يعنى أنه يراد ايجاد العنصر الأول من القائمة واستبيانه وسوف تكون نتيجة اطلاق هذا التعبير بكتابته فى لغة ليسب هى الحرف A والذى يشكل العنصر الأول فى القائمة ، ويتبادر الى الذهن تساؤل عن ماذا سوف تكون النتيجة لو كانت القائمة مركبة على الصورة ((A B) CD) وكتب التعبير على الصورة (CAR '((A B) C D))

فى هذه الحالة فإن العنصر الأول فى القائمة المركبة هو القائمة المكونة من عنصرين رمزيين وهى (A B) ، وسوف تكون نتيجة التعبير هى العنصر الأول والذى يتمثل بالقائمة (A B)، وهو الناتج الذى سوف يظهر فعلا عند كتابة هذا التعبير.

وإذا كتب التعبير (CAR' ((ABC) D E)) فإن الناتج يكون (A B C) ، أما إذا استخدم التعبير المتداخل على الصورة.

* (CAR (CAR '((A B C) D E)))

فسوف يكون الناتج بالطبع هو A وذلك أن الجزء الداخلى من القوس سوف ينفذ أولاً معطياً النتيجة (A B C)، أما الجزء الخارجى فسوف يغدو كما لو كان على الصورة (CAR ' (A B C))

المثال الثانى لمعالجة مجموعة من الرموز فى قائمة تحتوى العناصر الأربعة A B C D) ، ويراد استخراج الرموز أو العناصر الموجودة فى القائمة ماعدا العنصر الأول ، ففى هذه الحالة يستخدم المنهج أو الاجراء C D R وهو اجراء ايجاد العناصر الموجودة فى القائمة عدا العنصر الأول، ولو كتب التعبير على الصورة

* (CDR' (A B C D))

والناتج من هذا التعبير هو B C D ، أى أن التعبير قد استخرج جميع عناصر

القائمة ماعد العنصر الأول منها فقد تم استبعاده.

ماذا لو كتب هذا التعبير (CAR (CDR '(ABCD)) بالطبع سوف يتم تنفيذ الجزء الداخلى من القوس نتيجته B C D والذى بعد ذلك سيطبق عليه اجراء استخراج العنصر الأول فيه والذى سيكون هو الناتج النهائى والذى سيكون B.

٣ - دوال بناء وعرض القوائم (Construct & Display):

تعتبر هذه الدوال من الدوال أو المناهج المستخدمة بصورة عالية فى عمليات التعلم واستزادة المعرفة ومنها دوال بناء القوائم وإضافة عناصر جديدة إلى القائمة وتجميع القوائم من عناصرها بترتيب آخر مختلف مثل الدوال (cons), (append), (LIst) المثال التالى يستخدم التخصيص لوضع بيان لتقديرات الطلاب.

```
* (SET GRADES '(EXCELT VGOOD GOOD))
```

ماذا لو حصل الطالب على تقدير امتياز EXCELT ووضعت حالة فى البرنامج أنه اذا حصل الطالب على بيان من الدرجات تعطيه درجة الامتياز فإن استخراج التقدير سوف يكون عبارة عن العنصر الأول من قائمة تقدير الدرجات GRADES، إن الذى يريد استخراج العنصر الأول من عناصر التقديرات سوف يستخدم الدالة أو الاجراء CAR والذى هو :

```
* (CAR GRADES)
```

والذى يماثل :

```
* (CAR (SET GRADES '(EXCELNT VGOOD GOOD)))
```

والذى تكون نتيجته التقدير EXCELNT، فإذا مالوحظ أن بيان الطالب الحاصل على تقدير مقبول والذى سيرمز له بالرمز SUFFT غير موجود فى القائمة ويراد إضافة هذا التقدير إلى القائمة، عندئذ يمكن استخدام دالة إضافة عنصر إلى القائمة وهى الدالة CONS وعلى ذلك فلإضافة التقدير الجديد إلى القائمة يكتب.

```
* ( CONS GRADES 'SUFFT)
```

وعلى ذلك فقد أصبحت القائمة GRADES تتشكل من العناصر التالية

(EXCELNT VGOOD GOOD SUFFT)

مثال آخر لاعادة البناء والتحقق

```
* (SETQ X '(EGYPT CAIRO))
(EGYPT CAIRO)
* (LIST (CAR (X))
EGYPT
* (CONS X ' ALEXANDRIA )
(( EGYPT CAIRO ALEXANDRIA )
* (SETQ Y'ALEXANDRIA )
* (SETQ Y ' ALEXANDRIA)
ALEXANDRIA
* (EQ Y ( CAR (X))
F
```

المثال يخصص قيمة X بمصر والقاهرة EGYPT CAIRO ثم يضيف إلى القائمة مدينة الاسكندرية ، ويخصص قيمة Y بالاسكندرية ثم يستفسر عما إذا كانت قيمة Y تساوى قيمة العنصر الأول فى القائمة X وبالطبع فهذا غير حقيقى .F

وكما تستخدم الدالة APPEND أيضا للإضافة إلى القائمة ، فإن الدالة MAPCAR تستخدم في اعادة البناء أيضاً والمثال التالى يوضح استخدامها فى تجميع الرموز (الذرات) فى القائمة وهو البرنامج الذى يحتاج إلى خطوات طويلة متعددة فى لغات البرمجة العادية.

```
* (MAPCAR # ' + ' ( 7  9  12  30   20 ) ' (10  7  8  14  35 )
(17  16  20  44  55 )
```

٤ - دوال اعادة التنظيم (Reorganise List) :

تعمل هذه الدوال على إعادة تنظيم القائمة ومنها :

دالة العضو أو العنصر (member) وتعمل على التيقن من وجود عنصر في

داخل القائمة أو التأكد من وجود حرف داخل كلمة فى القائمة وفى هذه الحالة الأخيرة تكون الكلمة ممثلة على صورة قائمة مكونة من أحرف الكلمة.

دالة الاتحاد (union) وتقوم بربط مجموعة عناصر فى أكثر من قائمة واحدة وتعطى قائمة واحدة متحدة العناصر.

دالة التقاطع (Intersection) وهى تحدد العنصر المشترك بين أكثر من قائمة ،

دالة إيجاد الفرق Set difference تقوم بطرح قائمة من أخرى.

دالة إيجاد التكرار (Length).

وعلى سبيل المثال فإذا كانت هناك قائمة مكونة من الأسماء الآتية (بسيونى محمد الزهراء عبد الكريم أحمد) وقائمة أخرى مكونة من (داليا دينا محمد سهير).

دوال التجزئة يمكنها أن تعطى العنصر الأول من القائمة بسيونى أو العنصر الأخير منها وهو أحمد، كما يمكن إيجاد داليا من القائمة الثانية باستخدام دالة (member) واذا استخدمت الدالة (Union) لعمل قائمة موحدة فسوف تكون القائمة مشتملة على أسماء جميع العناصر ماعدا الاسم المكرر فلن يتم تكراره والنتيجة أن استخدام أمر الاتحاد سوف يعطى

(بسيونى محمد الزهراء عبد الكريم أحمد داليا دينا سهير)

واذا استخدمت الدالة (Intersection) فالنتيجة أن العنصر المشترك بين القائمتين هو محمد.

والتالى أمثلة يمكن استعراضها فى هذا المجال الضيق عن دوال اعادة التنظيم الأمثلة التالية :

لعكس القائمة :

```
* ( SETQ BROTHER '(AHMED LIKES KAREEM))
(AHMED LIKES KAREEM)
```

```
* (REVERSE LIKES)
(KAREEM LIKES AHMED)
* BROTHERS
(AHMED LIKES KAREEM)
```

ولاجراء اتحاد بين قائمتين :

```
* (UNION'(AHMED ELZAHRAA KAREEM )'(SARA MARWA
  WALEED KAREEM ))
  ( AHMED ELZAHRAA KAREEM SARA MARWA WALEED )
```

ولايجاد التقاطع بين القائمتين :

```
* ( INTERSECTION ' (AHMED ELZAHRAA KAREEM ) ' (SARA
  MARWA WALEED KAREEM ))
  KAREEM
```

ولايجاد آخر عنصر في القائمة :

```
* (LAST '(AHMED ZAHRAA KAREEM ))
KAREEM
```

ولايجاد طول قائمة :

```
* (LENGTH '( A B C D ))
4
```

ولحذف عنصر من القائمة :

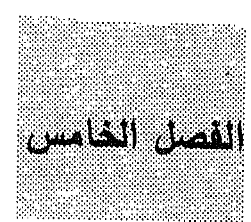
```
* ( REMOVE 'C '(ABCD))
(A B D )
```

مما لاشك فيه أن لغة ليسب تحتاج إلى كتاب مستقل لعرض امكانياتها وقدراتها وعناصرها وأسلوب البرمجة فيها ولما كان هذا ليس هو المجال الذى يتناول لغة ليسب فإن الاكتفاء بهذا القدر قد يكون مناسبا.

وإن كان من تحصيل الحاصل القول بأن هناك من المراجع التى يمكن الرجوع إليها فإن هذا العرض الوجيز يفيد فى البداية الذين يرغبون فى الاستزادة من الإطلاع على وتعلم هذه اللغة.

الفصل الخامس

مقدمة البرمجة بلغة البرولوج



مقدمة البرمجة بلغة البرولوج

اشتمل هذا الفصل على خمسة تقسيمات تتناول مقدمة البرمجة بلغة البرولوج بادئة

بالعرض التاريخي و المعنى و الصيغة العامة لأسلوب البرمجة بها و التجهيز للعمل بها على الأقراص المرنة أو على القرص الصلب و احتياجاتها من المكونات المادية و تشغيل البرولوج و عرض مكونات القائمة الرئيسية للبرنامج وأسلوب استخدمها و كتابة برنامج و ترجمته ، ثم يتناول الفصل تعلم البرولوج و أساسياتها و الحقائق و القواعد Facts and Rules فيها و الاستفسارات و كيفية كتابتها و المتغيرات و الجمل العامة Variables و مفهوم العبارات Clauses (Facts and Rules) و تكوين برنامج برولوج و الإسنادات (العلاقات) Predicates (Relations) (و المتغيرات العامة مجهولة الإسم Anonymous Variables و الانفصال و الانفصال في الهدف المركب Compound goals ، Conjunctions and disjunction و التعليقات Comments والتكوين الكامل لبرنامج البرولوج و أقسامه مع شرح كل قسم و إعطاء أمثلة له و شرح أسلوب التتبع العكسي و التوحيد في البرولوج Unification and Backracing و التحكم في البحث عن الحلول .

لغـــة البرولــــوج

ظهرت هذه اللغة لأول مرة فى بداية السبعينات فى جامعة مرسليا الفرنسية ، ثم طورت نسخة أخرى منها بعد منتصف السبعينات فى جامعة أدنبرة فى بريطانيا و لاقت هذه اللغة نجاحا كبيرا فى أوربا على وجه الخصوص بينما لم تبد مراكز البحوث فى الولايات المتحدة الأميركية تجاوبا ملحظا مع هذه اللغة .

زاد رصيد هذه اللغة فى الولايات المتحدة الأمريكية و أوربا و غيرها من دول العالم بعد أن أعلنت مؤسسات مشروع حاسبات الجيل الخامس فى اليابان أنها ستعتمد هذه اللغة بدلا من لغة ليسب أساسا للغات المستقبل .

تشير كلمة Prolog إلى Programming in Logic أو البرمجة بالمنطق ، و لغة برولوج تمتلك روابط كثيرة بين تركيبها القواعدى و تراكيب المنطق الرياضى .

و بينما تعد لغات البرولوج و ليسب من لغات الجيل الخامس لبرمجة الكمبيوتر ، فإن البرولوج التى تفوقت تعتمد على أساسيات اللغة الطبيعية و الأقتراب المنطقى .

تشير كلمة تربو (برولوج) إلى معنى السرعة فإن تربو برولوج هى إحدى أنواع لغة برولوج التى تتميز فى بناء قواعد المعرفة و النظم الخبيرة و هى من اللغات التى تمد بالحقائق و القواعد فتستخدمها بالبحث المسبب لحل مسائل البرمجة .

و فى لغات البرمجة التى تعتمد على الإجراءات و المناهج يجب على المبرمج أن يكتب تعليماته بصورة واضحة خطوة بخطوة لإبلاغ جهاز الكمبيوترر بالضبط ما هو بحاجة إلى حله مثل لغة بيسك و باسكال و غيرها ، و بالتالى فإن هناك ضروة على أن يكون المبرمج على معرفة كاملة بحل المشكلة و أسلوب الوصول إلى هذا الحل لكى يتمكن من حلها على جهاز الكمبيوتر بكتابة هذه الحلول على صورة تتبع خطوات منطقية للحل .

فى لغة البرولوج عموما ليست هناك حاجة تامة إلى كتابة مثل هذه الأجراءات إذ يكفى تقديم وصف للمسألة و القواعد الأساسية لحلها ثم يترك الأمر لها لتحديد كيف يتأتى لها أن تقوم بإيجاد الحل .

و لغة « برولوج Prolog » هى حصيلة سنوات من البحث ظهرت فى جامعة مرسيليا بفرنسا على يد أليه كولمريه فى بداية السبعينات كأداة من أدوات « البرمجة المنطقية » " Programing in Logic " و تعتبر حالياً أداة هامة فى برمجة تطبيقات الذكاء الأصطناعى و تطوير « النظم الخبيرة » .

و برنامج البرولوج يقوم بإعطاء الحاسب وصف المشكلة بإستخدام عدد من الحقائق " Facts " و القواعد " Rules " ثم يسأل الحاسب من خلال البرولوج عن إيجاد كل الحلول المحتملة للمشكلة .

تعد « تربو برولوج » أول تقديم للغة « برولوج » على الحاسبات الشخصية المتوافقة مع أجهزة I B M و هى لغة و صفية يعتمد الوصف للمشكلة فيها على ثلاثة عناصر.

١ أسماء و هياكل العناصر فى المشكلة .

٢ أسماء العلاقات بين العناصر.

٣ الحقائق و القواعد التى تصف هذه العلاقات .

و تستخدم هذه اللغة الحقائق و القواعد مثل :

الحقيقة Fact التالية : داليا فتاة جميلة ، أحمد شقيق كريم أو (إنها تمطر اليوم) (It is raining today) .

أو على صورة قواعد rules مثل :

You will be wet if it is raining and you forget your umberlla

(سوف تبتل عندما تمطر و أنت نسيت مظلتك)

أو (محرك السيارة لن يعمل إذا كان خزان الوقود خاليا) .

بالطبع لا يتم كتابة القواعد و الحقائق على هذه الصورة المجردة و إنما يتم كتابتها بصورة أسهل فمثلا تكتب العبارة .

Ahmed likes Ali

على الصورة

likes (ahmed , ali) .

و هى بهذه الصورة تكون قريبة الشبه من اللغة الطبيعية .

البرنامج المكتوب بلغة برولوج يمكن ترجمته إلى برنامج تنفيذى EXE ، و يمكن تتبع إجراءات تنفيذه لمعرفة مواطن الخطأ فيه .

يتكون برنامج برولوج من مجموعة من القواعد و الحقائق ، و تشير القواعد إلى العلاقات التى تربط بين عناصر مختلفة ، و تتكون كل علاقة من مجموعة من الفقرات المختلفة ، فمثلا لو كان لدينا الحقيقة الآتية :

Zaki is father of Salem

أى « زكى هو والد سالم » فإنه يمكننا تمثيلها بلغة برولوج كما يلى :

father (zaki , salem) .

كذلك يمكننا كتابة عدد آخر من القواعد كما يلى :

father (zaki , ahmed) .

father (omar , yousif) .

فإذا وجهنا سؤلا إلى البرولوج يقول

father (zaki , yousif) .

فإن برولوج تبحث فى الحقائق و عندها تعطى الجواب no أى أن زكى ليس والد يوسف ، و فى السؤال التالى

father (zaki , salem) .

فإن جواب برولوج سيكون " Yes " أما السؤال التالى

father (X , salem) .

فإن جواب برولوج عليه سيكون " zaki " فقد كان السؤال عن « من هو والد

سالم » فكان الجواب « زكى »

و أما القواعد فإنه يمكن التعبير عنها بالصيغة الأتية :

child (c , p) if father (p , c) .

و تعنى هذه القاعدة أن c هو أحد أطفال p إذا كان p هو والد c فإذا وجهنا السؤال الأتى :

child (X , omar) .

فإن الجواب سيكون yousif . و فى قاعدة أخرى

brother (C , P) if father (S , P) .and father (S,C).

brother (C,ahmad).

أى من هو شقيق أحمد فإن برولوج ستبحث فى قاعدة الحقائق فتجد أن والد أحمد هو زكى و أن والد سالم هو زكى و لذلك فأن جوابها سيكون سالم salem

تشغيل التربوبرولوج

« تربو برولوج » من إنتاج شركة » بورلاند borland » و تأتى البرامج على أقراص غير محمية (يمكن نسخها) ، على أربعة أقراص ٥,٢٥ بوصة ٣٦٠ كيلو بايت و هى :

١ - قرص INSTALLATION / README و الذى يمكن به إعداد و تجهيز « تربو برولوج » للعمل على الجهاز المستخدم و ملف (README) الذى يحتوى على تعليمات و معلومات عن اللغة ، و غيرهما من الملفات .

٢ - قرص المترجم COMPILER و يحتوى على ملف (PROLOG . EXE) كما يحتوى على ملف (OLD . SYS) و الذى يقابل الإصدار الأول Version1.x من تربو برولوج الذى أنتجته نفس الشركة .

٣ - القرص LIBRARIES و الذى يساعد على عملية الربط لإنشاء ملف (برنامج) مترجم و يحتوى على مكتبة الدوال .

٤ - قرص HELP / BGI و به ثلاثة ملفات :

الأول PROLOG . ERR يحتوى على رسائل (عندما يقع المستخدم فى خطأ)

الثانى PROLOG . HLP يحتوى على عناصر مساعدة عندما يحتاج إلى المساعدة.

الثالث PROLOG . OVL و يكون المستخدم بحاجة إليه عند بداية التشغيل كما أن بالقرص ملفات أخرى لاستخدام الرسوم .

و عند استخدام هذه الأقراص (لا يجب) نهائيا استخدامها للتشغيل و إنما يتم

عمل نسخة منها و استخدام (النسخة) فى تجهيز العمل و لا تستخدم (النسخة الأصلية) إطلاقا و إنما يتم حفظها فى مكان أمين .

لذلك فإن أول ما يقوم به المستخدم هو أن يشغل جهاز الحاسب باستخدام قرص نظام التشغيل (DOS) ثم يبدأ بعد ذلك فى عمل نسخة من الأقراص الأربعة بأستخدام أمر (DISKCOPY) بعد عمل أربعة أقراص أخرى غير الأصلية يستخدم هذه الأقراص لتجهيز « تربو برولوج » للعمل على جهازه .

احتياطات البرنامج للعمل

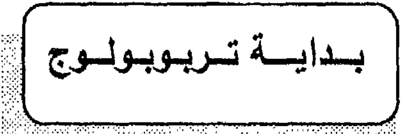
تحتاج تربو برولوج إلى مواصفات فى جهاز الحاسب لكى تعمل و أقل مواصفات يمكن لها العمل عليها هى :

جهاز حاسب شخصى متوافق مع IBM

٣٨٤ ك بايت ذاكرة حرة RAM على الأقل

نظام تشغيل القرص (دوس) فوق ٢,٠٠

مشغل أقراص مرنة (أو مشغل أقراص مرنة و مشغل قرص ثابت) .



بداية التعامل مع لغة البرولوج فى إصدارها المنتج تحت مسمى تربو برولوج إصدار رقم ٢ (TURBO PROLOG Version 2) ، تبدأ بسلسلة من الخطوات الأولية و التى يجب العمل بها حتى لا تفسد الأقراص و حتى يمكن اتباع القواعد الصحيحة لإعداد

برنامج اللغة للعمل السليم على الجهاز ، و بالتالى يتم توفير قدر كبيرمن الوقت كما يتم إتخاذ الأحتياطات اللازمة إذا ما حدث خطأ ما فى أثناء العمل . :

و من المفيد التأكيد على أن أول عمل يجب القيام به هو :

١ – نسخ الأقراص الأربعة المحملة ببرامج لغة البرولوج .

وبعد ذلك يتم استخدام نسخة هذه الأقراص فى :

٢ – تجهيزها للعمل على جهاز الحاسب الذى يعمل عليه المستخدم .

و توجد طريقتان لتجهيز لغة البرولوج تعتمد كل واحدة منها على ما هو مطلوب التجهيز عليه ، فإما أن يتم تجهيز لغة البرولوج على أقراص مرنة ، أو أن يتم تجهيزها على قرص صلب ، و فى كلتا الحالتين فإن « تربو برولوج » تقوم بهذه العملية آليا عن طريق برنامج موجود فى أحد أقراصها فى ملف يحمل اسم INSTALL . BAT ، و هذا البرنامج هو الذى يبدأ عملية التجهيز و يستكملها .

يلاحظ وجود ملفين آخرين للتجهيز وأحد هذين الملفين يحمل اسم INSTALLF . BAT و الملف الثانى يحمل اسم INSTALLH . BAT ، و هذان الملفات يستخدمان بواسطة الملف INSTALL . BAT ، و بالتالى لا يقوم المستخدم بأستخدام أى منهما منفردا لأنهما يعملان من خلال البرنامج الموجود فى الملف INSTALL . BAT ، و إذا ما حاول المستخدم تشغيل أى منهما منفردا فإن أيا منهما لن يعمل منفردا بالإضافة إلى أن كل واحد منهما إذا عمل منفردا فإنه يتسبب فى توقف الجهاز فى العمل مما يستدعى إطفاء الجهاز و إعادة تشغيله من جديد .

التجهيز على أقراص مرنة

أولا و قبل العمل على أى من الأقراص يجب عمل نسخ إحتياطية ووبعد أن يتم عمل هذه النسخة يبدأ تجهيز البرولوج للعمل كما ذكرنا ، و فى بداية عملية التجهيز يلزم التنويه إلى أن الذى يقوم بهذه العملية هو أى إنسان لا يشترط ضرورة معرفته للغة ، و لكنه إذا أتبع الخطوات التالية (و هى خطة بسيطة سهلة لن يجد صعوبة فى أى منها) فإنه سوف يتمكن من تجهيز اللغة للعمل على جهازه على سهولة تامة .

بداية فإن المستخدم سوف يحتاج إلى عدة أشياء يجب أن تكون معدة مسبقا أمامه و هى الأشياء التالية :

أ . الأقراص المرنة الأربعة و التى عليها البرنامج .

ب . خمسة أقراص مرنة أخرى فارغة تم عمل تجهيز لها (FORMAT) ، و عنونتها (كتابة عنوانها) باستخدام أمر نظام تشغيل القرص Dos و هو أمر :

```
A > FORMAT B : / V
```

هذه الأقراص الخمسة المجهزة سلفا هى التى سيتم إعدادها و تجهيزها ، كما أنها هى التى سوف تنقل عليها برامج اللغة و هى التى سوف تستخدم فيما بعد ذلك فى كتابة البرنامج و حفظها و غيرها من الأعمال ، و يفضل بصفة عامة أن يتم تسميتها بالأسماء التالية :

* EXAMPLES

* BOOTDISK

* PROGRAMS

* RUNDISK
* LIBRARY

جـ - فى حوزة الذى يعمل على جهاز الحاسب الآن أربعة أقراص مرنة (منسوخة) تحتوى على البرنامج كله وأدواته، وهناك خمسة أقراص مرنة أخرى (فارغة) مجهزة مكتوبة عليها عناوينها فقط، وعليه اتباع الخطوات التالية :

١ - تشغيل جهاز الحاسب بقرص نظام التشغيل DOS وادخال التاريخ والوقت كما هو معروف فى نظام التشغيل، وعند ظهور مشيرة النظام.

A>

٢. يقوم بوضع القرص (INSTALLATION) فى مشغل الأقراص :A

٣. كتابة السطر التالى على جهاز الحاسب

A> INSTALL A : B:

تظهر رسالة مكتوبة على شاشة الجهاز تحتوى على

PLEASE Place a formatted Blank disk labeled EXAMPLES in drive B

٤- نضع القرص الذى اسمه EXAMPLES فى مشغل الأقراص B كما تقول الرسالة الدليلية ثم نضغط على أى مفتاح ، وبعد أن يقوم البرنامج من الانتهاء من أعماله فى هذه الخطوة سوف تظهر ارشادية أخرى تحتوي على العمل التالى ونصها :

Please place a formatted Blank disk labeled BOOTDISK in drive B:

٥ - نقوم بإخراج القرص المسمى EXAMPLES من مشغل الأقراص B ونضع بدلا منه القرص الذى سمى من قبل باسم BOOTDISK ، ثم نقوم بالضغط على أى مفتاح لكى يستمر البرنامج فى استكمال أعماله التى يقوم بها فى عملية التجهيز، وسيتم فى هذه العملية نقل ملف README إلى هذا القرص الموجود فى المشغل الثانى.

٦- بعد الانتهاء من الخطوة السابقة سوف تظهر رسالة جديدة تطلب وضع القرص -COM PILER فى مشغل الأقراص :A وهو من الأقراص الأربعة الأولى.

٧. نقوم باخراج القرص INSTALLATION من مشغل الأقراص A ونضع بدلا

منه القرص COMPILER ثم نضغط على أى مفتاح لكى تستمر عملية التجهيز وفى هذه الحالة سوف يتم نسخ ملف PROLOG. EXE من : A إلى : B.

٨ - بعد الانتهاء من العملية السابقة تظهر رسالة ارشادية تالية تطلب وضع القرص المسمى PROGRAMS (وهو من الأقراص الخمسةالفارغة المجهزة) فى مشغل الأقراص : B فنقوم بسحب القرص BOOTDISK من المشغل : B ثم نضع بدلا منه القرص PROGRAMS فى مشغل الأقراص : B ونضغط على أى مفتاح لكي يستمر تتابع العملية.

٩ - سوف يتم نقل عدد من الملفات وبعد الانتهاء من عملية النقل سوف تظهر رسالتان :

الأولى تقول ضع القرص HELP/BGI وهو من الأقراص الأربعة فى مشغل الأقراص A.

والثانية تطلب وضع القرص المسمى RUNDISK في مشغل الأقراص B.

١٠- نقوم بسحب الأقراص من كل من المشغلين A,B ، ونضع بدلا منها القرص HELP/BGI فى مشغل الأقراص A، بينما نضع القرص RUNDISK (من الأقراص الخمسة) فى مشغل الأقراص B، ثم نضغط على أى مفتاح استمرارا لعملية التجهيز فيقوم برنامج الاعداد بنسخ عدة ملفات.

١١. بعد الانتهاء من هذه العملية تظهر رسالتان تحتويان على الارشاد التالى فى العملية نصهما معربا هو :

ضع القرص LIBRARIES فى المشغل A (من الأقراص الأربعة)

ضع القرص LIBRARY فى المشغل B (من الأقراص الخمسة)

١٢- يتم تبديل الأقراص حسب المطلوب وبعد الانتهاء من عملية إخرج الأقراص السابقة وادخال الأقراص التى طلبها البرنامج يتم الضغط على أى مفتاح.

بعد اتمام نقل عدد من الملفات تظهر رسالة تحتوى على النص :

Turbo prolog 2.0 is now ready for use on your system.

Dont't forget put the ORIGINAL disks in a safe place.

تم اعداد تربوبرووج ٢ وهى جاهزة للاستخدام علي جهازك

لاتنس وضع الأقراص الأصلية فى مكان آمن.

بهذه الخطوات المتتالية يتم إعداد لغة البرولوج للعمل على الأقراص المرنة، والأقراص الخمسة التى تم اعدادها بهذا الأسلوب هى التى سوف تستخدم فيما بعد للعمل عليها على الدوام، وهى التى سوف تستخدم لكتابة البرامج وغيرها من الأعمال التى سوف تقوم بها.

التجهيز علي القرص الصلب

- تحتاج عملية تجهيز التربوبرولوج على القرص الصلب إلى الآتى :
- الأقراص الأربعة المنسوخة التى تشتمل على برنامج تربوبرولوج.
- مساحة من القرص الصلب تقدر بحوالى ٣ مليون بايت فارغة.
- عمل فهرس فرعى تحت أى مسمى وإن كنا سوف نستخدم فى هذا المثال الفهرس الفرعى باسم tprolog 2

وتتم خطوات التجهيز مشابهة لنفس العملية التى تمت على الأقراص المرنة مع بعض الاختلافات الطفيفة كالاتى :

١- وضع القرص Installation فى مشغل الأقراص A ثم يكتب

C> a: Install a : C:\ tprolog2

سوف يبدأ برنامج التجهيز فى العمل بنسخ الملفات الواحد تلو الآخر وفى أثناء العملية يصدر رسائل إرشادية تحدد المطلوب من الراغب فى عملية التجهيز حيث تطلب بعد ذلك :

٢ – وضع القرص compiler فيتم وضع القرص COMPILER فى المشغل A

والضغط على أى مفتاح.

٣ - بعد اتمام تنفيذ احتياجاته من القرص السابق يطلب وضع قرص LIBRARIES فى المشغل.

٤- وبعد الانتهاء من عمله سوف يطلب وضع قرص HELP/BGI فى المشغل A وهكذا حتى تمام التجهيز، وعندما ينتهى سوف تظهر الرسالة الخاصة بتمام التجهيز والتى تتضمن المسار الفرعى C:\tprolog2 الذي تم تجهيز البرولوج عليه ، كما ستظهر رسالة تطلب وضع الأوامر التالية فى ملف التجهيز (CONFIG. SYS) الذى يتواجد فى الفهرس الرئيسى (ROOT DIRECTORY) والذي يعمل به نظام نشغيل القرص DOS والأوامر هى :

FILES = 20
BUFFERS = 40

تشغيل تربوبرولوج

بعد تشغيل جهاز الكمبيوتر بقرص نظام التشغيل يتم تشغيل تربوبرولوج باحدى وسيلتين تبعا لما تم تجهيزها عليه (أقراص مرنة - أو قرص صلب):

أ. التشغيل من الأقراص المرنة

١- بعد تشغيل الجهاز بقرص نظام التشغيل DOS نضع قرص المسمى BOOTDISK فى مشغل الأقراص A ونضع القرص المسمى RUNDISK فى مشغل الأقراص B.

٢ - يتم التحول إلى مشغل الأقرص :B

٣- نكتب أمر التشغيل للغة على الصورة :

B> PROLOG

٤ - بعد ذلك نقوم باخراج القرص المسمى BOOTDISK من A ثم نضع بدلا منه القرص المسمى EXAMPLES.

ب – التشغيل من القرص الصلب

بعد تشغيل الجهاز نتحول إلى الفهرس الذى يتواجد فيه البرنامج

C>cd\ tprolog2

ثم نكتب أمر تشغيل اللغة على الصورة

C>prolog

وفى كلتا الحالتين سوف تظهر رسالة ، وبالضغط على أى مفتاح تظهر الشاشة تحتوى على الشاشة الرئيسية، وبها تظهر القائمة الرئيسية للبرنامج "Main Menu".

القائمـــة الرئيســـة

تظهر القائمة على الشاشة فى بداية تشغيل تربوبرولوج، وهى شاشة تحاورية تبين الأوامر التى تحتويها، وتتيح التعامل مع القوائم الفرعية التى تتضمنها، ويمكن التعامل مع أى جزء فى القائمة الرئيسية عن طريق واحد من الطرق الآتية :

أ – بالضغط على الحرف الكبير الشديد الاستضاءة مثل (الضغط على حرف F للملفات Files، والضغط على حرف S للأوضاع Setup).

ب – أو بتحريك العلامة المضيئة بمفاتيح الأسهم إلى مكان الأمر المطلوب تنفيذه ثم الضغط على مفتاح الادخال .

جـ – أو فى أى وقت تقريبا (سواء أكان العمل فى القائمة الرئيسية أو كان العمل فى القوائم الفرعية فيما عدا عند استخدام محرر النصوص) يمكن أن يتم تنفيذ أى أمر فى القائمة بالضغط على المفاتيح الساخنة وهى (مفتاح ALT ومعه مفتاح حرف آخر)، حيث يكون هذا الحرف مرادفا للعمل المطلوب، مثل استخدام المفتاحين (ALT + E لتشغيل وظيفة المحرر Edit)، واستخدام المفتاحين (ALT + R لتنفيذ البرنامج RUN) وهذه الطريقة هى التى يطلق عليها اسم طريقة استخدام المفاتيح الساخنة والتى تعمل على القائمة الرئيسية فقط.

القوائم الفرعية

تحتوى القائمة الرئيسية على مجموعة من الأعمال على شكل أوامر مكتوبة على الشاشة هى الأوامر Run/ Edit/ Files / Setup/ Options / Compile ويحتوى كل أمر من هذه الأوامر علي أوامر فرعية، وتتسم القائمة الرئيسية بأنها هى القائمةالتى تحتوى على الأوامر الرئيسية أو الأعمال الرئيسية.

تحت كل عمل من الأعمال الرئيسية يوجد العديد من الأعمال الفرعية التى يمكن أن تتم، وبالتالى فكل عمل رئيسى أو أمر رئيسى يشتمل على أعمال أو أوامر فرعية تخصه فى قائمة فرعية تحت هذا الأمر أو العمل فيما عدا (Edit, Run) .

على سبيل المثال للقوائم الفرعية فالملفات Files لها قائمة فرعية تحتوى على/ Pick Save / Load / Write / Create كما تحتوى على عرض الفهارس وتغييرها وتنفيذ أوامر Dos والخروج من البرنامج Quit، بينما تشتمل قائمة المترجم Compile على التحكم فى عملية ترجمة برنامج مكتوب بلغة برولوج وتحويله إلى برنامج تنفيذى ، أما قائمة الاختيارات OPTIONS فتتكون من عدة قوائم فرعية منها يمكن تحديد اختبار التدفق الزائد OVER FLOW CHECK " ، وحجم الذاكرة ، واختيارات الربط والمكتبات أما قائمة الأوضاع SETUP ففيها يتم تجهيز النوافذ وأنواعها وتعديل لوحة المفاتيح وغيرها.

المفاتيح الساخنة للقائمة الرئيسية :

ALT + F	FILES
ALT + E	EDIT
ALT + R	RUN
ALT + C	COMPILE
ALT + O	OPTI ONS

ALT + S	SET UP
F2	SAVE FILE IN EDIT
F3	LOAD FILE
F5	ZOOM WINDOW / UNZOOM
F6	CYDE THROUCH WINDOWS
SHIFT + F10	RESIZE WINDOWS
F9	COMPILE PROGRAM IN MEWORY
SHIFT + F9	COMPILE PROGRAM TO. OBJ
CTRL + F9	COMPILE PROGRAM TO EXE
ALT + F9	COMPLE THE PROJECT
ALT + D	INVOKE DOS
ALT + X	QUIT PROLOG

نوافذ تربوبرولوج

عند تشغيل البرولوج تتواجد على الشاشة دائما أربعة نوافذ بالإضافة إلى نافذة إضافية تتواجد عند طلبها وهى النافذة الخاصة بالمحرر الإضافى الذى يتم به كتابة البرامج ، وفى اجمال سريع لمحتويات هذه النوافذ يمكن القول بأنها هى النوافذ التى يطل منها المستخدم على اللغة وعلى ما تقوم به وعلى ماهى كائنة عليه عناصرها .

.. نافذة المحرر : EDIT WINDOW

هى النافذة التى يتم تحرير وكتابة البرامج عليها وللوصول اليها :

يتم الضغط على مفتاح الحرف E عند ظهور القائمة الرئيسية

أو أن يتم الضغط على مفتاحى ALT + E معا على أن يتم الضغط على مفتاح ALT أولا

أو أن يتم التحرك بالعلامة المضيئة إلى الاختيار EDIT والضغط على الادخال.

.. نافذة الحوار Dialog window.

هى نافذة تعمل للإدخال والإخراج للبرنامج فعند تشغيل البرنامج سيتم عرض أو قراءة أى بيان مطلوب كتابته على النافذة.

.. نافذة الرسالة Message window

هى نافذة إخراج لإخراج معلومات النظام لبيان ما تم فعلاً.

.. نافذه التتبع Trace window

تستخدم للتتبع من خلال البرنامج وبيان ما تقوم بعمله تربويرولوج

دليل استخدام المحرر Editor

يستخدم المحرر لكتابة البرامج فى نافذة المحرر ويتم كتابة البرنامج طبقا لقواعد اللغة وتستخدم العلامة المضيئة للارشاد عن موقع الكتابة وتتحرك مع حركة كتابة المستخدم، ولتحريك العلامة المضيئة فى نافذة المحرر يمكن اتباع التالى :

حرف واحد يمينا	سهم يمين	أو	CTRL + 0
حرف واحد يسارا	سهم يسار	أو	CTRL + S
سطر واحد لأعلى	سهم لأعلى	أو	CTRL + E
سطر واحد لأسفل	سهم لأسفل	أو	CTRL + X
لف سطر واحد لأعلى			CTRL + W
لف سطر واحد لأسفل			CTRL + Z
كلمة واحدة يمينا	CTRL + سهم يمين	أو	CTRL + F
كلمة واحدة يسارا	CTRL + سهم يسار	أو	CTRL + A
نهاية السطر يمينا END			CTRL + QD

نهاية السطر يسارا HOME		CTRL + QS
لأعلى النافذة		CTRL + HOME
لأدنى النافذة		CTRL + END
شاشة كاملة لأعلى PgUp	أو	CTRL + R
شاشة كاملة لأسفل PgDn	أو	CTRL + C
بداية الملف CTRL + PgUp	أو	CTRL + QR
نهاية الملف CTRL + PgDn	أو	CTRL + QC

المحو في النص:

محو حرف عند العلامة DEL	أو	CTRL + G
محو حرف يسار العلامة · العلامة العكسية	أو	CTRL + H
محو كلمة عند العلامة		CTRL + T
محو حرف عند العلامة		CTRL + Y
محو من عند العلامة إلى اليسار حتى بداية السطر		CTRL + QT
محو من عند العلامة إلى اليمين حتى نهاية السطر		CTRL + QY

من المفيد لبداية استخدام المحرر أن نبدأ فى كتابة أول برنامج للتعامل مع لغة تربوبرولوج

```
/ * My first program *
goal
makewindow (1,7,7, "first program", 4,56,14,22),
n1,write ("type your \n name then press\n enter."),
cursor (5,4), readln (Name), n1,
write ("welcome to \n turbo prolog,\n", Name),n1.
```

وليس مطلوبا على وجه التحديد تفهم طبيعة البرنامج ووظيفته بقدر ماهو مطلوب التفهم لعملية استخدام المحرر لكتابة مثل هذا البرنامج، وللقيام بذلك يجب تشغيل المحرر وذلك بالقيام بالضغط على مفتاحى ALT + E ، وعندئذ سوف تظهر الشاشة التى تحتوى على المحرر ويتم فتح نافذة المحرر لكتابة النص.

سوف تعتبر لغة البرولوج كما لو كان البرنامج هو ملف اسمه WORK. PRO ، وهو ملف تصطنعه اللغة لكى تبدأ العمل عليه، وسوف نجد في السطر السفلى مفاتيح المحرر، وبعد الانتهاء من كتابة البرنامج البسيط المذكور آنفا دعنا نقوم بتنفيذه.

لتنفيذ مثل هذا البرنامج يتم الضغط على مفتاحى (ALT + R) ، عندها سوف تظهر فى نافذة الحوار Dialog نتيجة تنفيذ جزء من هذا البرنامج وهو الجزء الخاص بعمل نافذة وكتابة كلمة أول برنامج باللغة الانجليزية وهى الموجودة فى السطر الثانى، أما السطر الأول من البرنامج فهو تعليق لا يتم تنفيذه.

السطر الثالث يطلب من المستخدم أن يكتب اسمه وأن يضغط على مفتاح الادخال بعد ذلك، وفى نافذة الرسالة message تظهر الاجراءات التى تتم فى هذه الحالة ويتطلب الأمر الاستجابة لها بكتابة الاسم والضغط على مفتاح الادخال وسوف تظهر استجابة البرنامج بكتابة الجملة المطلوب كتابتها والاسم الذى تم ادخاله وهى الخطوة الأخيرة في البرنامج المكتوب.

سوف نلاحظ أن كلمة "goal" كتبت فى سطر وحدها ، وهذه الكلمة تعنى الهدف ، وهو الهدف الذى تسعى اللغة إلى تحقيقه من خلال ما يصدر اليها من أوامر، فلنفرض أن هناك خطأ قد حدث وكتبناها على الصورة .goal أى أن تكون مكتوبة وبعدها نقطة، عندئذ سوف يكون هذا الخطأ خطأ لغويا خاصا بقواعد اللغة Syntax error.

لندع التجربة تعطينا خبرة ولنكتب البرنامج باضافة النقطة بعد كلمة الهدف ، ونقوم بتنفيذ البرنامج ، وسوف نجد فى هذه الحالة صورة واضحة لتبيان تتبع الخطأ بوجود رسالة خطأ فى أسفل نافذة المحرر تبلغ عن وجود الخطأ لكى نقوم بتصحيحه.

لحفظ البرنامج على القرص فانه يتم اختيار الخيار Files فتظهر القائمة الفرعية

مختوية على الأعمال التى يمكن أن تتم على هذا الخيار ولما كنا نريد حفظ البرنامج فسوف نختار write من القائمة الفرعية لكتابة البرنامج على القرص، وهنا يجب تحديد اسم الملف الذى سوف يتم حفظ البرنامج فيه، ونكتب اسم الملف كما يتراءى للمستخدم مع الالتزام بقواعد تسمية الملفات فى نظام تشغيل القرص وليكن الاسم كمثال First مثلا ، نضغط على مفتاح الادخال لتنفيذ المهمة التى اخترناها، وسوف يتم حفظ على القرص ووضع امتداد له ليصبح اسم الملف الذى يحتوى على البرنامج كاملا هو FIRST. PRO.

للتأكد من وجود الملف على القرص المسجل عليه نضغط على مفتاحى ALT + F ثم نختار الخيار Directory من القائمة الفرعية ثم نضغط على مفتاح الادخال لنجد الملف موجودا من بين الملفات التى يحتويها القرص.

لتتبع الاجراءات التى تتم فى البرنامج عند تنفيذه نكتب كلمة trace فى سطر قبل البرنامج ليصبح البرنامج على الصورة :

```
/ * My first program */
trace
goal
makewindow (1,7,7, "first program", 4,56,14,22),
nl,write ("type your\n name then press\ n enter."),
cursor (5,4) readln (Name), n1,
write ("welcome to\n turo prolog\n", Name), n1.
```

ثم نقوم بتنفيذ البرنامج باستخدام مفتاحى (ALT + R) وسوف تضىء العلامة المضيئة عند كل أمر مبتدئة بأول أمر goal وتظهر فى نافذة التتبع رسالة توضح ما يتم النداء عليه للتنفيذ CALL : goal وبالضغط على F10 يستمر البرنامج فى التنفيذ خطوة بخطوة بعد كل مرة يتم فيها الضغط على F10 (الضغط على F10 يماثل الضغط على ALT + R).

ترجمة برنامج إلى تنفيذى

لترجمة البرنامج إلى ملف بامتداد EXE، هناك طريقتان لاجراء مثل هذه الترجمة أسهلها الآتى :

أولا نحن نكون فى هذه الحالة بحاجة إلى قرصين مرنين جديدين ليكن اسمه الأول فيهما PUNI واسم الثانى LIBRAYI، ومن القرص الذى اسمه RUNDISK سوف ننسخ على القرص RUNI الملفات الآتية :

PROLOG.OVL
PROLO.ERR
PROLOG.HLP

وعلى القرص الثانى LIBRARYI سوف ننسخ من القرص LIBRARY الملفات التالية :

PROLOG.LIB
INIT.OBJ

نبدأ تشغيل البرولوج من جديد :

١ - نضع قرص BOOTDISK فى المشغل A ونضع القرص RUNI فى B

٢ - نتحول إلى المشغل :B فنكتب :A>B

٣ - نكتب B>A : Prolog

٤ - نضغط ALT بعد ظهور القائمة الرئيسية لنتحول الى القائمة الفرعية للأمر SETUP.

٥ - نختار حرف D (بالضغط عليه) للتحول إلى الفهارس Direceries

٦ - نغير فهرس Turbo إلى :A (بالضغط على حرف T ثم كتابة \:A والضغط على مفتاح الادخال).

٧ – نغير فهرس OBJ إلى : A (بالضغط على O ثم كتابة A:\ والضغط على ادخال).

٨ – نسحب القرص BOOTSISK من A ثم نضع بدلا منه القرص الذى يحتوى على البرنامج WORK فى المشغل A.

١٠ – نقوم بتحميل البرنامج إلى المحرر.

١١ – نختار COMPILE / EXE من القائمة الرئيسية (بالضغط على ALT ثم E).

تقوم تربوبرولوج بترجمة البرنامج الموجود فى المحرر إلى برنامج تنفيذى بامتداد EXE وتضعه فى القرص RUNI الموجود فى المشغل B وبعد أن تتم الترجمة بنجاح سوف يظهر تساؤل لاختبار هذا البرنامج Execute (Y/N) فيتم الضغط على حرف y للتأكد من أن البرنامج قد تمت ترجمته ترجمة صحيحة ويتم تنفيذ البرنامج فإذا لم يتم ذلك، دل ذلك على أن إحدى خطوات الترجمة لم تتم كما يجب لذا يجب الرجوع إلى الخطوات للتصحيح.

أساسيات برولوج

أساسيات برولوج

لغة البرولوج من اللغات التى تجعل الحاسب يعمل كما لو كان آلة تفكر، ولهذا فهى تصل إلى ايجاد حل المسألة أو المشكلة بالاستدلال المنطقى لشىء من شىء موجود ومعروف، وبالتالى فإن برنامجها ليس ترتيباً من الأحداث بقدر ماهو تجميع لحقائق وقواعد.

تتضمن اللغة برنامجا يعمل على أساس كونه (آلة استدلال) وهذا البرنامج بدوره يحتوى على (مطابق للأشكال) يستدعى المعلومات المخزنة ليطابقها مع أجوبة الأسئلة المطروحة.

ملمح آخر من ملامح برولوج يمكن التعبير عنه بالقول بأنه بالإضافة إلى الايجاد المنطقى لأجوبة الأسئلة المطروحة فإن هذه اللغة يمكنها أن تتعامل مع المتغيرات لإيجاد كل الحلول الممكنة، فبدلا ممن تسلسل الاجراءات من البداية للنهاية كما هو الحال فى لغات البرمجة الأخرى فإنها يمكن أن تعود مرة أخرى للنظر فيما إذا كانت هناك وسيلة أخرى لحل كل جزء من المشكلة.

طور فى تربوبرولوج الاسناد المنطقى Predicate logic لتحويل الأفكار المبنية على المنطق إلى صورة مكتوبة، ففى الاسناد المنطقى يحذف أولا كل الكلمات غير الضرورية من الجملة ثم تحول الجملة إلى علاقة بين العناصر وبعضها، ومعاملات تتأثر بهذه العلاقة وليس أفضل من مثال لتوضيح ذلك من وحى جمل مكتوبة :

فالجملة فى اللغة الطبيعية يمكن أن تكون على الصورة التى نعرفها جميعا، ولما كانت اللغة المستخدمة فى البرولوج هى اللغة الانجليزية فسوف نبين بمثال الأمثلة باللغة الانجليزية مثل :

HAYDY'S FATHER IS ALI.
A FAST CAR IS FUN.
AHMED LIKES ZAHRA.

هذه الأمثلة الثلاث كتبت باللغة الانجليزية العادية لتقول أن

على والد هايدى

السيارة السريعة ممتعة

أحمد يحب زهراء

فى علاقة الاسناد المنطقى نقول أن تحويل الأفكار المبنية على المنطق إلى صورة مكتوبة يتم بحذف كل الكلمات غير الضرورية من الجملة ثم تحول الجملة إلى علاقة بين العناصر وبعضها البعض، ومعاملات تتأثر بهذه العلاقة وبتطبيق ذلك كله على الأمثلة الثلاثة السابقة لتحويلها إلى علاقة إسناد منطقى يمكن أن تستخدمه لغة البرولوج تكتب الجمل كالتالى :

father (ali, haydy).
fun (fast - car).
likes (ahmed,zahra).

فى اللغة الانجليزية الجملة A fast car is fun بينما فى جملة الاسناد المنطقى تتحول الجملة إلى fun (fast - car) ، فى هذه الجملة السيارة السريعة ممتعة كتبت بلغة برولوج ممتعة (سيارة سريعة) وهكذا فى هذه الأمثلة ، بحيث كتبت الجملة بحذف الكلمات الغير ضرورية، وتحولت الجملة إلى علاقة بين العناصر ومعاملات تتأثر بهذه العلاقة.

فى المثال التالى Ali likes a car If the car is fun (على يحب السيارة اذا كانت السيارة ممتعة) والذى يكتب فى البرولوج على الصورة التالية :

likes (ali, car) if fun(car).

ماالذى يمكن أن يكون اذا كتبنا إلى لغة البرولوج أن السيارة السريعة ممتعة، وكتبنا أيضا أن عليا يحب السيارة اذا كانت السيارة ممتعة.؟

هنا نقول أن البرنامج الذى يعمل كآلة استدلال سوف يجد هاتين الجملتين موجودتين فى البرنامج المكتوب، وطالما أن هذه الجمل موجودة فى البرنامج فإن آلة الاستدلال يمكنها أن تستدل من الجملتين على حقيقة أن (على يحب السيارة السريعة)، وبالفعل سوف نتلقى هذه الاجابة إذا ما أصدرنا سؤالا إلى البرولوج عن هذاالأمر، ومن هنا يتضح دور آلة الاستدلال.

الحقائق والقواعد

المبرجون الذين يتعاملون مع لغة برولوج عليهم القيام بتعريف العناصر والعلاقات التى تربط بين هذه العناصر، ثم يقومون بتعريف القواعد فمثلا فى اللغة الانجليزية الجملة التالية تقول (آسر يحب الكلاب).

Aser likes dogs.

فـانهـا تـبين العنـاصـر (الأغـراض) وهـى (آسـر ، والكلاب) فـإننا يمكن أن نتـبين العلاقة التى تربط العنصر الأول (آسر) والعنصر الثانى (الكلاب) فهى علاقة الحب من جانب العنصر الأول للعنصر الثانى Likes وتكتب هذه العلاقة فى لغة البرولوج على صـورة (حقيقة) تربط بين العناصر والعلاقة كالتالى :

likes (aser, dogs).

لكن إذا كانت القاعدة تقول (آسر يحب الكلاب إذا كانت الكلاب لطيفة) فإنها سوف تكون فى جملتها الطبيعية على صورة،

Aser Likes dogs if the dogs are nice.

وبمعنى آخـر : الجملة أو (الحـقـيقة) التى تقـول بأن (آسـر يحب الكلاب) لن تكون حقيقية إلا إذا كانت الكلاب لطيفة) وغير ذلك فهو غير حقيقى وهذه (قاعدة) (Rule).

فى البرولوج العلاقة بين العناصر تسمى حقيقة fact، وفى الجملة الطبيعية تكتب على صوة (جملة) وفى الاسناد المنطقى (فى استخدامات البرولوج) تلخص فى صورة مبسطة على شكل (حقيقة) تتكون من اسم العلاقة relation name يتبعها عنصر أو عدة عناصـر (غرض أو عدة أغراض) محصورة بين قوسين وتنتهى كما فى الجمل الطبيعية بالنقطة وتفصل بين كل عنصر الفاصلة (,) .

أمثلـــة

جمل طبيعية

Ali likes Ahmed.
Noha likes Ali.
Aser likes dogs.

حقائق برولوج (جمل برولوج)

likes (ali, ahmed).
likes (noha, ali).
likes (aser, dogs).

فى الأمثلة السابقة هذه (العلاقة) وهى likes ربطت بين عنصرين فماذا لو كانت

العلاقة لاتربط إلا عنصرا واحدا مثل السماء صافية والحديقة خضراء وأسماء فتاة

Sky is clear.
Garden is green.
Asmaa is a girl.

من الواضح أن هذه ليست علاقات وإنما هى خصائص أو مواصفات ، ولكن أيضا فإن هذه الخصائص أو المواصفات يمكن التعبير عنها فى لغة برولوج كحقائق كالآتى :

clear(sky).
green (garden).
gril(asmaa).

لعلنا لاحظنا أن الكتابة تتم باستخدام الحروف الصغيرة فى اللغة الانجليزية برغم أن هناك الأسماء والكلمات موجودة فى أول الجمل ولكن لندع هذه الملاحظة باقية فى أذهاننا إلى حين نقوم بتوضيحها .

القــواعـــدوكيفيـــة الاستدلال من الحقائق

القواعد Rules تمكن من استدلال حقيقة من حقيقة أخرى فالقاعدة تكون صحيحة True إذا كانت هناك حقيقة أو عدة حقائق صحيحة فمثلا.

أحمد يحب التفاح والمانجو

سارة تحب كل شيء يحبه أحمد

من هنا يمكن استنتاج أن (أو الاستدلال على أن) سارة تحب التفاح والمانجو

مثال آخر يحتوى على الحقائق التالية

Ali likes Ahmed
Noha likes Samy
Aser likes Noha

والقاعدة التالية

Yaser Likes everything Noha likes

اذا يستدل على حقيقة أن

(Yaser Likes Samy)

فلنقم برؤية مثال آخر لمجموعة من الحقائق بلغة طبيعية ولنحاول كتابتها فى صورة اسناد منطقى (برولوج):

Ali kikes Noha
Noha likes Ali
Noha likes everything that is green
Ali likes everything that Noha likes

نكتب هذه الحقائق والقواعد فى صورة برولوج كالآتى :

likes (ali, noha).
likes (noha, ali).
likes (noha, Someting) if green(Something).
likes (ali, Something) if likes (noha, Something).

مالذى يمكن أن تستدله لغة البرولوج من مجموع هذه الحقائق والقواعد ؟ من الواضح أن لغة برولوج سوف تستدل على أن على يحب الأشياء الخضراء التى تحبها نها.

الاستفسارات QUERY

ما الذى يستفاد به من كتابة مجموعة من الحقائق والقواعد فى برنامج البرولوج ؟ فى الحقيقة ما إن يتم وضع مجموعة من الحقائق والقواعد فى برنامج برولوج حتى تصبح هناك امكانية طرح أسئلة تتعلق بهذه الحقائق ، ويعرف هذا الأمر بالاستفسار فى لغة البرولوج ، إذ يمكن سؤال برولوج عن العلاقات بين هذه الحقائق المحتواة فى البرنامج فمثلا لو كانت الحقائق التالية موجودة فى برنامج برولوج

Ali likes Ahmed
ali likes dogs
Salwa likes everything ali likes

فالسؤال الذى يقول

What does Salwa like ?

ستكون الاجابة عليه هى

Salwa likes Ahmed and dogs

وفى صورة البرولوج هذه الحقائق تكتب فى البرنامج كالآتى :

likes (ali, ahmed).
likes (ali,dogs).

likes (salwa, Something) if likes (ali, somethin).

والسؤال يوجه كالاتى

likes (salwa, What).

وسوف تظهر الاجابة كالتالى :

What = ahmed
What = dogs
2 solutions

لنأخذ المثال التالى

A fast-car is fun
A big-car is nice
A little-car is practical
Ali likes a car if the car is fun

ومن هذه الجمل نستنتج أن (على) يحب السيارة السريعة وليس هذا تخمينا، وهذا المثال فى البرولوج كالتالى :

fun (fast_car).

```
nice (big_car).
practical (little_car).
likes (ali, Car) if fun (Car).
```

السؤال يكون على الصورة

```
Likes(ali, What).
What = fast - car
```

الاجابة ستكون على الصورة

```
What-fasat-car
1solution
```

مثال آخر

```
likes (amal, tennis).
likes (wafaa, footabll).
liked (kareem, baseball),
likes (zahraa, swimming).
likes (ahmed, Activity) if likes (kareem, Activity).
```

ماذا لو وجهنا السؤال الى البرولوج يقول

```
likes (ahmed, baseball).
```

سوف تكون الإجابة Yes لأن أحمد يحب كل الأنشطة التي يحبها كريم وكريم يحب البيسبول وهذا البرنامج على الصورة الكاملة بما فيه من حقائق وقواعد واستفسارات سوف يكون على الصورة التالية :

```
            / * program SECOND.PRO */
Predicated
    likes ( symbol, symbol).
    clauses
    likes (amal, tennis).
    likes (wafaa, footabll).
    likes ( kareem, baseball).
    likes (zahra, swimming).
```

likes (nona, tennis).
likes (ahmed, Activity) if likes (kareem, Activity).

بعد كتابة البرنامج على هذه الصورة تظهر فى نافذة الحوار Dialog الكلمة التى تبين ما الذى يريده المستخدم من هذا البرنامج أو الهدف.

Goal:-

فنكتب فيها الاستفسارات التى نريدها من لغة البرولوج وليكن هذا الاستفسار :

likes (kareem, baseball).

سنجد فى النافذة الاجابة

Yes

حيث أنه استخدم القاعدة والحقيقة فليكن ولنسأله سؤالا آخر

likes (ahmed, tennis).
No
Goal:-

وبالطبع فان أحمد لا يحب التنس وذلك لأنه يحب كل الأنشطة التى يحبها كريم وكريم بدوره يحب البيسبول ولا يحب التنس.

ماذا لو سألنا هذا السؤال ؟

Likes (What, tennis).

المتغيرات والجمل العامة Variables

فى كل الحقائق المكتوبة فى لغة البرولوج تستخدم الحروف الصغيرة، وفى بعض الأحوال استخدمت الحروف الكبيرة فى بداية بعض الكلمات الموجودة فى البرنامج مثل كلمات (Car, Activity, Somethong) ولنأخذ مثالا لتوضيح أمر استخدام الحروف الصغيرةوالكبيرة.

Ali likes the same thing as Ahmed

القاعدة اذن تبين أن كل شىء يحبه على يحبه أحمد بالتالى، فلو كان على يحب الطعام والملبس والحلوى والألعاب فهذه أشياء سوف تكتب على صورة حقائق والقاعدة سوف تكون صحيحة على كل هذه الأشياء ، إذا كيف تكتب القاعدة على صورة (برولوج).

تتيح البرولوج استخدام المتغيرات التى تمكن من كتابة حقيقة عامة وقواعد عامة وسؤال أسئلة عامة والمثال السابق يكتب فى برولوج

likes (ali, Thing) if likes (ahmed, Thing).

أى أن تمثيل المتغير في لغة برولوج انما يتمثل فى كتابة الحرف الأول منه على صورة كبيرة، وباقى الحروف تكون على أية صورة صغيرة أو كبيرة وقد وضع على هذه الصورة لكى يطابق أى شىء يحبه على ويجب ملاحظة أن جميع الأسماء بدأت بحروف صغيرة لانها ليست متغيرات فهى رموز (ثابتة) ويمكن أن تكتب بحروف كبيرة وفى هذه الحالة يجب وضعها بين علامتى تنصيص مثل

likes ("Ali", Thing) if likes ("Ahmed", Thing).

موجز :

.. برنامج برولوج يتكون من نوعين من العبارات (الجمل) (clause phrase) هما الحقائق والقواعد.

..Facts الحقائق هى علاقات أوصاف صحيحة لعناصر.

..Rules هى قواعد تعتمد على العلاقات Relations تسمح للبرولوج بالاستدلال.

.. كل القواعد تحتوى على ثلاثة أجزاء : الرأس ، رمز if ، الجسم :

. الرأس : هو حقيقة تتحقق اذا تحققت شروط الجسم

. رمز if : هو رمز يفصل بين الرأس والجسم ويمكن أن يستخدم الرمز (if) أو الرمز (:-) بدلا من كلمة if

. الجسم : هو مجموعة شروط أو شرط واحد (عبارة عن مجموعة حقائق) تكون

صحيحة حتى تتمكن برولوج من اثبات الرأس.

.. يمكن الاستفسار من برولوج بعد اعطائها مجموعة حقائق

.. آلة الاستدلال فى البرولوج تأخذ جسم القاعدة وتنظر فى مجموعة الحقائق والقواعد لتحقيق الشروط حتى اذا تحققت الشروط فإن الرأس يكون صحيحاً.

تمرين :

اكتب الجمل الطبيعية لما يأتى :

likes (samy, music).
male (morsi).
building (" Cairo Tower ", Cairo).

اكتب صيغة برولوج للجمل الآتية :

Hamed likes flowers
Great pymid is in Egypt
GCS telephone number is 9476999
Samy's father is Monir Elgamal
ELHAGAN is an Egyptian hero

استخدمنا فى الصفحات السابقة لفظة الحقائق Facts Facts وكلمة القواعد Rules ومسمى العلاقات Relations وتعبير الجمل Sentences والاستفسارات Queries، وفى لغة برولوج تستخدم نفس هذه الأشياء بمسميات قد تختلف فالحقائق والقواعد تسمى (عبارات Clauses) والعلاقات تسمى اسنادات (Predicates) والاستفسارات تسمي أهدافاً Goals إضافة إلى أن المتغيرات تظل كما هى Variables وهناك أيضاً التعليقات Comments

العبـــــــارات
(Facts and Rules) Clauses

يتكون برنامج برولوج من مجموعة من العبارات على صورة حقائق وقواعد والحقيقة تمثل واقعاً (صفة) لعنصر من العناصر أو علاقة بين مجموعة من العناصر، وتقف الحقيقة

منفردة ويمكن أن تستخدم كأساس للاستدلال فلنأخذ أمثلة للقواعد :

قاعدة : داليا فتاة نباتيه وتأكل فقط ما يأمر به الطبيب بعد مرضها ؟

ما الذى يحدث إذا ذهبت داليا إلى مطعم وأعطوها قائمة بالأطعمة؟

إن هذه الاستفسارات سوف تبدو أمامها :

١ - هل قائمة الطعام بها طعام نباتى ؟

٢ -هل هذه الأطعمة النباتية مما هو مسموح لها به ؟

إذا كانت الاجابة صحيحة فى الحالتين فهى سوف تطلب الطعام المدرج فى قائمة الطعام المقدمة لها وكتابة جملة القاعدة بصورتها الطبيعية سوف تكون .

Dalia is vegtarian and eats only what her doctor tells her to eat.

فى لغة برولوج

dalia- can- eat (Food) if
Vegetable (Food) and
on - doctor- list (Food).

مثال آخر

أحمد قريب كريم	parent (kareem, ahmed).
كريم والد أحمد	father (kareem, ahmed).
جيهان والدة أحمد	mother (jehan, ahmed).
أحمد قريب جيهان	parent (jehan, ahmed).

سوف يكون مضيعة للوقت كتابة الحقائق على هذه الصورة ويمكن كتابتها على صورة أفضل من ذلك بكتابتها على النحو التالى :

parent (Person1, Person2) if father (Person1, Person2)
parent (Person1, Person2) if mother (Person1, Person2)

ثم كتابة الحقائق الأب والأم فقط.

مثال :

شخص يريد شراء سيارة ويمكن شراءها إذا أعجبته وإذا كانت السيارة للبيع أحمد يمكنه شراء السيارة y إذا كان أحمد هو الشخص واعجبته هذه السيارة والسيارة للبيع.

```
Can-buy (Name, Model) if
person (Name ) and
likes ( Name, Model ) and
car ( Model) and
for - sale ( Model )
```

برنامج لمثل هذه الحالة يمكن كتابته على الصورة :

```
/* program THREE.PRO */
predicates
   can- buy (symbol,symbol)
   person ( symol)
   car (symbol)
   likes ( symbol, symbol)
   for-sale(symbol)
   clauses
   can-buy (Name, Model ) if
   person ( Name ) and
   car ( Model ) and
   likes ( Name, model ) and
   for _ sale (Model).
   person ( zaki )
   person ( samy )
   car ( lemon )
   car (red)
```

likes (zaki, red)
likes (amyy, pizza)
for - sale (pizza)
for - sale (lemon)
for-sale (red)
Goal :
Can- buy (Who, What).
can - buy (zaki,What)
can - buy (samy, What).
can -buy (WHO, lemon).

تمرين استخراج إجابات الاستفسارات السابقة.

اكتب الجمل الطبيعية لجمل البرولوج اتية :

eats (Who, What) if food (What) and likes (What).
likes (Person, tennis) if likes (father, tennis).

الاسنـادات (العلاقـات)
Predicated (Relations)

ترمز الاسنادات إلى اسم العلاقة كما أن العناصر التى ترتبط بهـذه العلاقـة (Objects) تسمـى (معاملات (arguments) فمثلا فى الحقيقة Likes (ali, ahmed) فان العلاقة هى likes والعناصـر هى Ahmed, Ali (على وأحمـد) وهمـا اللذان يسميـان المعاملات وعندما تكتب العلاقة بصورتها العامة فإنها تكون على الصورة likes (symbol, symbol) وهو ما يسمى بالاسناد العام.

المتغيرات (الجمل والعبارات العامة) Variables (General clauses)

فلنتأمل هذه الجمل

likes (ali, mango).
likes (samy, banana).

likes (salwa, grapes).
likes (ahmed, mango).

عند الاستفسار من خلال هذه المجموعة يمكن أن نستخدم رمزا عاما مثل

likes (X, mango).

والاستفسار فى هذه الحالة قد استخدم الحرف X كمتغير يشير إلى أشخاص غير معروفين، وتبدأ المتغيرات فى برلوج بحرف كبير والذى يمكن أن يكون رمزا واحدا مثل x أو يحتوى على أى عدد من الحروف بشرط أن يبدأ بحرف كبير ويمكن أن يحتوى على حروف كبيرة أو صغيرة أو أرقام أو حرف تحت الخط (–)

مثال

Market of Nasr City
Last Visit
Doctor Kareem
DAY-26-4-1992

وتقوم لغة برولوج بإيجاد قيمة المتغيرات عند الاستفسار بطريقة مغايرة للغات البرمجة الأخرى فمثلا لو طبقنا التساؤل.

likes (Person, mango).

سنجد الإجابات

Person = ali
Person = ahmed
2 solutions
Goal:

وتتمثل اجراءات ايجاد قيمة المتغير فى لغة البرولوج بقيام لغة برولوج بايجاد قيم المتغيرات بمطابقتها بالثوابت فى الحقائق والقواعد، وتسمى حالة المتغير فى البداية بأنه (حر) حتى يجد قيمة فى الحقائق والقواعد فيصبح عندئذ (مرتبطاً) ويبقى مرتبطا حتى يتم الحصول على حل للاستفسار بعدها تقوم برولوج باطلاق سراح المتغير (فك ارتباطه) وتعود مرة أخرى للبحث عن حلول أخرى .

أى أن المتغيرات تستخدم فى هذه الحالة كجزء من عملية مطابقة النماذج "Pattern matching"، وليست نوعا من تخزين المعلومات، فلننظر إلى المثال السابق من هذا المعنى ومن هذه الزاوية ونضعه فى صورة برنامج :

```
/* program SOHAIR.PRO */
predicaes
  likes (symbol, symbol)
  clauses
  likes ( ali, mango).
  likes (samy, banana).
  likes ( salwa, grapes)
  likes (ahmed, mango).
  likes ( ahmed, banana).
```

ماذا لو كنا نريد أن نسأل عن الشخص الذى يجب كلا من المانجو والموز، وكيف سوف تقوم البرولوج بتتبع الحقائق وصولا إلى الحل، وكيف ستقوم بربط المتغير الحر ثم إعادة فك ارتباطه للبحث عن حل آخر ؟

فى هذا المثال سوف نطلب من البرولوج استبيان الشخص الذى يحب المانجو والموز والذى نعرفه، وهو أحمد فى هذا المثال.

تبدأ برولوج أولا فى حل الجزء الأول من التساؤل الذي وجهناه إليها حتى تجد أن : (على) ينطبق عليه هذا الجزء الأول من التساؤل فتقيده إلى المتغير المطلوب البحث عن قيمته، وتبدأ مرة أخرى فى مراجعة الحقائق لتبحث عما إذا كان (على) ينطبق عليه الجزء الثانى من التساؤل والذى يتمثل فى (حب الموز).

تبدأ من بداية الجمل الموجودة فى البرنامج مرة أخرى حتى تصل إلى نهايتها فتجد أن (على) لا تنطبق عليه هذه القاعدة فتخرج بنتيجة مؤداها أن (على) لا ينطبق عليه الشرطان معا (حب المانجو وحب الموز) فتطلق سراح ارتباط المتغير الذى سبق ربطه مع اسم (على) ، ثم تبدأ فى البحث عن الشخص التالى الذى ينطبق عليه الجزء الأول من التساؤل فتجد اسم (احمد) فتبدأ فى ربطه مع المتغير وتعود مرة أخرى إلى الجمل ومن

أولها لتبحث عن انطباق الجزء الثانى من التساؤل عليه لتجد أن (أحمد) ينطبق عليه هذا الجزء فعلاً فتخرج بنتيجة مؤداها :

```
Person = ahmed
1solution
```

وتقوم قبل أن تجد أن هناك حلا واحدا بإعادة البحث عن حل آخر فإذا لم تجد حلا آخر تحدد أن حلا واحدا هو الموجود.

المتغيرات مجهولة الاسم Anonymous Variables

يمكن للمتغيرات مجهولة الاسم أن تمكن من عدم ازعاج البرنامج حيث تقوم هذه الطريقة بايجاد معلومات التساؤل مع اهمال القيم الغير مطلوبة، وفي برولوج هذا المتغير مجهول الاسم يمثل الرمز "-" أو العلامة السفلية الواصلة hyphen والمثال التالى يوضح هذا الاستخدام :

```
                /* Program WAFAA.PRO */
Predicates
    male (symbol)
    famale (symnol)
    parent (symbol, symbol)
    clauses
    male (belal).
    male (gamal).
    female (suzan).
    female (tehany)
    parent (gamal,tahany).
    parent (belal, gamal).
    parent ( suzan, gamal).
```

وعند كتابة الاستفسار على صوة عامة تأخذ صيغة من هم الأقارب وهى الصيغة التى استخدم فيها رمز الشرطة السفلية (_) ؟

```
Goal : parent (Perent ,_)
```

فإن لغة البرولوج سوف تتولى ايجاد جميع العلاقات التى تربط جميع العناصر بالتساول المطروح وسوف تجيب Prolog بالآتى :

Parent = belal
Parent = suzan
Parent = gamal
3 solutions

فى هذه الحالة وبسبب الترميز للتساؤل بالمتغير المجهول (الغير محدد الاسم) فقد حددت برولوج ثلاثة حلول ، ولكنها لم تحدد القيم المرتبطة بالمعامل الثاني فى جملة Parent بمعنى أنها لم تذكر من هو قريب الطرف الذى ذكرته لأنها إنما تعطى اجابة عن المرتبطين بالقرابة دون أن تحدد من هو الشخص أو العنصر الثانى فى العلاقة ، وهنا يبرز تساؤل منا نحن عن الفائدة التى يمكن أن تعود من هذا الأمر ؟.

يمكن استخدام المتغيرات المجهولة الاسم فى كتابة حقائق عامة فعلى سبيل المثال كل إنسان له قلب، وكل انسان حى يتنفس وكل كائن حى يأكل مثلا بصفة عامة وتمثيل هذه الحقائق يستدعى كتابتها على صورة ما ومن هنا أعطت البرولوج أسلوبا لتمثيل هذه الحقائق على صورة جمل تحمل فى طياتها متغيرا يمكن له أن يكون عاما بالصورة :

owns (_,heart)
eats(_)
breathes (_)

فهذا يعنى أن كل شخص له قلب every one has heart وكل شخص يأكل every-one eats وكل شخص يتنفس everyone breaths.

الأهداف (الاستفسارات)
Goals (Queries)

الاستفسارات Query هى الأسئلة التى توجه إلى لغة برلوج وبدلا منها تستخدم كلمة

الأهداف (هدف) Goal وهو ما يعنى (أن يكون هدف البرولوج هو إيجاد إجابة عن السؤال إذا كانت هناك إجابة) ويمكن أن يكتب الهدف بصورة سهلة مثل

likes (ahmed, mango).
likes (ali, banana).

أو يمكن أن تكتب بصورة أكثر تعقيدا مثل

likes (Person, mango) and likes (Person, banana).

ومعناه الاستفسار عن الأشخاص الذين يحبون الموز والمانجو ويسمى الهدف فى هذه الحالة التى يكون فيها الهدف على أجزاء بالهدف المركب "Compound goal" وكل جزء من هذا الهدف المركب يسمى هدفا فرعيا sub goal.

الاتصال والانفصال فى الهدف المركب

Conjunctions and disjunctions, compound goals

الاتصال فى الهدف المركب هو (إذا كان هدف مركب يحتوى على هدف فرعى A وهدف فرعى آخر B فيكون هناك اتصال إذا كان الهدف يشترط أن يتحقق الهدف الفرعى A (و) (and) > الهدف الفرعى B).

أما الانفصال فيعنى (أن يتحقق الهدف الفرعى A (أو) (or > أن يتحقق الهدف الفرعى B) فالمثال :

likes (Person, mango) and likes (Person, flowers).

هو هدف مركب باتصال (ارتباط).أما المثال التالى ،

likes (Person, mango) or likes (Person, grapes)

فهو هدف مركب بانفصال.

التعليقات Comments

هى عبارة عن تعليقات يكتبها المبرمج فى برنامجه لتوضيح بعض النقاط أو للمراجهة أو تذكر بعض اختيارات المتغيرات والاسنادات ولا تقوم لغة برولوج بتنفيذها وتبدأ جملة التعليقات بالرمزين */ وتنتهى بهما ويمكن أن تبدأ بالرمز % مثل

```
/ * this is a prolng program for robot */
% This is a comment for variable %
```

موجز

.. برنامج برولوج يتكون من جمل (عبارات) وهى نوعان حقائق facts وقواعد Rules.

.. الحقائق هى علاقات أو خصائص يعلم المبرمج أنها حقيقية ..

.. القواعد هى علاقات مستقلة تسمح للبرولوج بمراجعة واستدلال معلومة من معلومة أخرى.

.. الحقائق فى صورتها العامة تكتب على احدى صورتين :

```
Property ( object, object,...,..., object.)
relation (object, object,...,....,object).
```

حيث property هى خصيصة تجمع بين العناصر داخل القوس object.

وحيث العلاقة relation هى ربط بين العناصر بين القوسين object.

.. كل حقيقة تعطى فى البرنامج تتكون من علاقة أو خصائص لعنصر أو أكثر.

.. القواعد لها صورة عامة كالآتى :

```
relation (object,..., pbject )if
relation (object,..., object ) and
relation (object,..., object ) or
relation (object,..., object).
```

.. أسماء العناصر تبدأ بحرف صغير يليه أى عدد من الحروف كبيرة أو صغيرة أو ارقام وتكتب العلاقات والخصائص والعناصر وتبدأ بحرف صغير يليها أى عد من الحروف أو الأرقام .

.. الاسناد Predicate هو اسم رمزى (تعريف) للعلاقات والعناصر والجمل التى تتبع نفس الاسناد يجب أن يتلو بعضها البعض.

.. المتغيرات تتيح صورة عامة وتبدأ بحرف كبير ويمكن أن تكون حرفا واحدا أو أى عدد من الحروف والأرقام، أو تبدأ بعلامة (_) ويمكن استخدام المتغيرات مجهولة الاسم (_) (حرف واحد) بدلا من أى متغير.

.. الهدف فى برولوج هوالتساؤل الموجه إلى البرولوج عن طريق استفسارات مطلوب الإجابة عليها ويمكن أن يكون الهدف مركبا باحتوائه على أهداف فرعية متصلة بالارتباط بالجمع and (و) ، أو غير متصلة أى مرتبطة (بالتخيير) or(أو).

.. التعليقات تكتب فى البرنامج لتسهيل المراجعة وتبدأ وتنتهى بالعلامة */ (او تبدأ بالرمز % لتعليق واحد فقط)

.. يمكن استخدام الرموز التالية بدلا من قرين كل منها

. الرمز :- يماثل الرمز if

. الفاصلة ، تماثل الرمز and

. الفاصلة المنقوطة ; تماثل الرمز or

برامج تربوبرولوج
TP programs

يتكون برنامج برولوج من ثلاثة أو أربعة أجزاء رئيسية هى :

* قسم العبارات Clauses section وهى التى تعتبر قلب البرنامج ، وفيها يتم وضع

الحقائق والقواعد التى ستعمل عليها البرولوج عندما تحاول الوصول إلى الهدف للبرنامج.

* قسم الاسنادات Predicate section حيث يتم فيها الإعلان عن الاسنادات وأنواعها وأنواع المعاملات "domain of arguments "

* قسم المجال "domain section" حيث يتم فيه الإعلان عن المجالات التى يتم التعامل فيها.

* قسم الهدف "goal section" حيث يتم وضع الهدف الداخلى فيها.

قسم (جزء) العبارات
"clauses Section "

هذا الجزء هو الذي توضع فيه كل الحقائق والقواعد ويجب أن توضع كل الحقائق المتصلة ببعضها البعض مع بعضها بدون تجزئة.

قسم الاسناد (الاخبارات)
."Predicates section"

يجب وضع صورة ترتيب وتنظيم الجمل التى سيتم استخدامها فى البرنامج فى قسم الاسنادات ، وعندما لا يتم الاعلان عن اسناد فإن تربولرولوج لن تعرف ما الذى تتعامل معه واللغة برولوج نفسها بعض اسناداتها الداخلية ، والاسنادات بصفة عامة تعنى الاعلان عن الشكل الذى سوف تكتب عليه الحقائق والقواعد فعلى سبيل المثال لو أردنا الاعلام عن الحقيقة التالية وعن غيرها من الحقائق التى تتشابه معها فى شكل كتابتها :

likes (ali, ahmed).

فإنه من الضرورى أن ينشأ قسم للاسنادات يتم فيه كتابة الصورة العامة لشكل

الجملة التى سيتم عليها كتابة الحقائق والقواعد كالشكل التالى :

likes (person, person)

بمعنى أنه يراد إبلاغ لغة البرولوج أن هذه هى الصورة التى سوف تستخدم عند كتابة الجمل للتعبير عن العلاقة likes التى تربط بين شخصين مختلفين ويسمى الرمز likes (اسم الاسناد predicate name) أما الجزء بين القوسين (person, person) فيسمى بمعاملات الاسناد ، وتفصل بين المعاملات الفاصلة.

يلاحظ عدم وجود النقطة فى نهاية جملة الاسناد لأنها ليست حقيقة واسم الاسناد يمكن أن يكون اسم أو فعل بشرط أن يبدأ بحرف صغير ويمكن أن يصل طول الاسم حتى ٢٥٠ حرفا ، ولا يستخدم فى هذه الاسماء علامة السالب أو النجمة أو العلامات المائلة والأقواس أو العلامات العلائقية مثل (=,<,>) وغيرها .

لا يتوقف أمر الاعلان عند هذا الحد فإن هناك حاجة إلى الإعلان عن نوعية الرموز المستخدمة فى قسم المجال فمثلا لو أن الاعلان عن العلاقة بين الأشخاص والأرقام تحددت فى قسم الاسنادات بالإعلان التالى :

```
predicates
payroll (name, number)
```

فاننا سوف نكون بحاجة إلى قسم مجالات (domains) نعلن فيه عن وجود أرقام وتحدد نوعا، لأن البرولوج اذا لم نذكر لها ذلك فسوف تتعامل مع الأرقام وكأنها رموز، وبالتالى فإذا كنا سنتعامل مع أرقام فمن الضرورى ليس فقط أن نعلن عنها فى قسم الاسنادات بل من الضرورى أن نحدد نوعية هذه الأرقام فى قسم المجالات كالتالى :

```
domains
name = symbol
number = integer
```

وهذا الترميز معناه أن مجال المعاملات سوف يكون كالتالى :

name كلمة اسم سوف تستخدم للتعبير عن رموز للأسماء.

number كلمة رقم سوف تستخدم للتعبير عن الأعداد الصحيحة.

ومن الممكن بالطبع استخدام أى رموز أخرى والمثال التالى يوضح استخدام طريقة الاعلان.

```
domains
person, acticity = symbol
car, name, color = symbol
age, cost, dutyyears = integer
predicates
likes (person, person)
can-buy (person, car)
car ( age, cost, dutyyears, color)
```

وهذا المثال يوضح إلى أى مدى جرى الاعلان عن استخدام الرموز فى قسم المجالات التى تم فيها ايضاح أن بعض الرموز سوف تستخدم للدلالة على رموز مكتوبة بينما البعض الآخر سوف يستخدم للدلالة على أرقام على شكل أعداد صحيحة.

وفى قسم الاسنادات جرى الاعلان عن الشكل الذى ستتم كتابة الحقائق عليه ، وأن هذه الحقائق سوف تكتب بصورة هذه الاسنادات المعلن عنها فى قسم الاسنادات وعلى ذلك فعند كتابة حقيقة فى قسم العبارات تمثلها العلاقة الممثلة فى الاسنادات بكلمة likes فيجب كتابتها بصورة تربط بين شخص وشخص يمثل كل شخص فيها رمز : واذا ما كتب رقم فسوف تكون الجملة خاطئة، واذا ما كتب أكثر من عنصرين (شخصين) فإن الجملة سوف تكون خاطئة أيضاً ، وبهذا فإن صلة الحب likes (اسم الاسناد) سوف يربط

بـيـن (شخص وشخص) (المعاملات) وأن هذين الشخصين سوف تكون الكتابة عنهم بصورة حروف (symbol).

يلاحظ أن قسم المجالات domains هو الذى تتحدد فيه صورة المعاملات (معاملات الاسناد) بمعنى أنها سوف تكون حروفا أو أرقاما وغيرها، حسب ما جرى تعريفها فى هذا القسم، ويساعد الاعلان فى قسم المجالات على اكتشاف الأخطاء ووضع صورة جيدة لمفهوم البرنامج فمثلا لو كان البرنامج يحتوى على الاسناد والمجال التاليين :

```
domains
name, sex = symbol
age = integer
predicates
person ( name, sex, age )
```

هنا يبدو وكأن الصورة واضحة لما سوف يتم كتابته فى البرنامج فبينما المعاملات sex, name هما حروف فإن المعامل age سوف يكون أرقاما صحيحة، وهذا فى جزء المعاملات ، أما فى جزء الاسناد فالحقائق التى سيتم كتابتها فى البرنامج سوف تكون على الصورة المذكورة فى قسم الاسناد والتى توضح أن الشخص له خصائص ثلاث تتمثل فى الاسم والجنس والعمر وهى الخصائص التى شكلها العلاقة المذكورة فى قسم الاسنادات الآن نري أن نكتب الحقائق الآتية

Ali is a male who is 40 years old.

Samia is female of age 35 years.

Samy is a male who is 22 old.

a person is male or female if it is

of sex male or female however
its age may be

يقول المكتوب :

على ذكر ويبلغ من العمر ٤٠ سنة.

سامية أنثى تبلغ من العمر ٣٥ سنة.

سامى ذكر يبلغ من العمر ٢٢ سنة.

الشخص يكون (ذكرا أو أنثى) إذا كان جنسه (ذكرا أو انثى) مهما كان عمره :

وكتابة هذا على صورة جمل برولوج تكون على الصورة :

```
person ( ali, male, 40 )
person ( samia, female, 35 ).
person ( samy, male, 22 ).
samesex (X,Y) if
person ( X, SEX, _ )
person ( Y, SEX,_ )
```

ماذا لو كتب :

```
person ( ali, 40, male)
```

لو لم نكن قد ذكرنا فى المجال أن sex هى رمز symbol وأن age هو رقم اذن لاعتبر الكلام صحيحاً ولكن لما تحدد المجال فإن هذه الجملة سوف تكون خاطئة لأن المفروض أن العنصر الثالث وهو "male" يقابل فى الاسناد "age" والذى يقابل فى المجال « رقم » ولذلك ساعدت هذه الطريقة على معرفة موطن الخطأ هذا اذا كان الاسناد رموزا وأرقاماً.

فلنأخذ الشرط الأخير ولنكتبه خطأ على الصورة :

```
samesex (X,Y):-
person (X,Sex,-),
persen (Sex,Y-).
```

صحيح أن كلا من name, Sex فى الاسناد هى رموز (فى المجال) ولكنها فى الاعلان الاسنادى predicates تعطى name, sex ترتيباً آخر فالاسم أولا يليه الجنس، ولذلك سوف تكتشف برولوج أن هناك اختلافا تم فى جزء الشرط الثانى يختلف عن الاعلان الذي تم فى الاسناد وسوف تشير إلى هذا الخطأ، وهذا الأمر يفيد فى البرامج الكبيرة

والتى تحتاج إلى تدقيق.

لنلاحظ مثالا آخر للخطأ

```
/*program SARA.PRO */
domains
product, sum = integer
predicates
add ( sum, sum, sum )
multiply ( product )
clauses
add ( X,Y, Sum ):- Sum = X + Y.
multiply (X,Y, Product ):- Product = Y * Y.
```

هذا المثال يقوم بعمليتى جمع وضرب فنلأخذ الهدف التالى

```
add em up (30,40,Sum).
```

سوف تستجيب برولوج بالآتى

```
Sum = 70
1 solution
```

وهكذا بالنسبة للضرب فانها سوف تستجيب باعطاء النتيجة الصحيحة، فماذا لو اعطيناها مثلا للضرب ثم الجمع كالآتى :

```
multiply (100,20, Sum), add ( Sum, Ans).
```

سوف تكون الاجابة

```
Sum = 2000 , Ans = 4000
2 solution
```

بالرغم من أن الاجابة صحيحة إلا أن هناك خلطا واضحا بين النوع الذى كان من المفروض أن يكون فى الضرب فبدلا من Sum وكان لابد أن تكون Product لأنها هى التى كان من المفروض أن تكون فى مجال عملية الضرب multiply ولم يكن من المفروض أن تكون Sum كما وضعنا فى المثال ، وكان الأنسب لنا فى قسم الاسناد أن وضعنا SUM فى كل من multiply, add أو أن نضع product طالما أنه يمكن استخدامها فى كل عملية من

العمليتين ، لأن هذا الأسلوب فى خلط العملية سوف ينتج خطأ عند ترجمة البرنامج بواسطة المترجم.

ينبغى عدم التبديل كما ذكرنا من قبل بوضع الرموز أو الأرقام فى غير موضعها.

قسم (جزء) الهدف
Goal Section

حتى هذه اللحظة لايزال التعامل مع الهدف لتنفيذ طلب يتم عن طريق الانتظار لحين ظهور كلمة :Goal (مشيرة برولوج) فى نافذة الحوار وتسمى هذه الطريقة بالتنفيذ عن طريق الأهداف الخارجية external goal لأنه يجب تنفيذها فى وقت تشغيل البرنامج فى بيئة لغة برولوج.

لكن عند تحويل البرنامج إلى برنامج تنفيذى بترجمته بواسطة المترجم فيجب أن يتم عمل قسم الهدف وتسمى الأهداف فى هذه الحالة بالأهداف الداخلية internal goals وتكون جزءا من نص البرنامج المكتوب وقد تكون عبارة عن قائمة من الأهداف الفرعية ومن الطبيعى أن يحتوى البرنامج على هدف داخلى وإلا فلا معنى للبرنامج أصلا، واذا كان العمل يجرى فى الوقت السابق على الأهداف الخارجية فقد كان ذلك فى حد ذاته خاضعا لتسلسل تعلم اللغة.

هناك خلافان جوهريان بين الأهداف فى قسم الهدف وبين القواعد ولو أن لها نفس البناء وهذا الخلافان يتمثلان فى :

١ - أن كلمة goal لا تليها شرط if، (-:)

٢ - أن تربوبرولوج تنفذ الهدف آليا عندما ينفذ البرنامج.

مثال :

```
/* Program ALAA.PRO*/
predicates
```

```
run (chr)
goal
run (x).
clauses
run (x):-
makewindow (1,7,7, " peace over you " ,0,0,25,80),
write ("Hello Cairo (first time) " ),
readchar (x),
removwindow.
run (x):-
write ("Hello Cairo (second time) " ),
readchar (x)
```

فى هذا البرنامج سوف تبدأ برولوج بتنفيذه بانتاج نافذة وتكتب برولوج فيها جملة hello Cairo (first time) ولن يتم تنفيذ الجزء الثانى ، لأن الهدف هو تنفيذ البرنامج (Goal)، وطالما تحقق أخذ الحلول وهو كتابة الجملة فلن يتم تنفيذ الجزء الثانى ، وعند حذف سطرى الهدف goal وتجربة البرنامج بالضغط على مفتاحى Alt +R سوف تظهر مشيرة : Goal فإذا كتب فيها run (x) فإن تربوبرووج سوف تنفذ جزأى البرنامج لأنها سوف تجد حلين.

الاعــلان والقواعــد

فى لغة برولوج مجالات مبنية فيها قياسية مثل intger, Char, real ولا تستخدم هذه المجالات ككلمات بواسطة المستخدم للتعريف وكذا توجد بعض المجالات الأخرى مثل string وتصل فى طولها حتى ٦٤ كيلو حرف، والمجال القياسى symbol أسرع من المجال string فى التعامل ويلاحظ أنه اذا استخدمت الرموز القياسية فى الاسناد فلاداعى لوجود جزء المجال مثل

```
person (smbol symbol, integer )
```

مثال لدليل التليفون يستخدم فيه الرمز العام بدون جزأ المجال

```
/ * program phome list */

predicates
    phone (symbol, symbol)
    clauses
    phone (ahmed , 323232).
    phone (ali, 333434).
    phone (samia, 353535).
    phone (nevin, 363738).
    phone (nermin, 392754).
    Goal :
    phone (ali, Number).
    Number = 333434
    1 solution
    Goal :
    phone (Who, 363738).
    Who = nevin
    1 solution
```

الاسناد المزدوج
Multiple Arity

يسمى عدد المعاملات فى الاسناد بالعناصر المحسوية ويمكن أن يكتب اسنادان بنفس الاسم ولكنهما يختلفان فى نفس المعاملات فمثلا.

```
person (name, age )
person (address, job, payroll)
```

هذان الاسنادان لهما نفس الاسم person ولكنهما يختلفان فى العناصر المحسوية أو المعاملات فالأول له معاملان رمز ورقم والثانى ثلاثة معاملات رمز ورمز ورقم.

مثال أخر :

```
domaims
```

```
erson = symbol
Predicates
father (person)
father (person, person)
clauses
father (Man):-
father (Man,_).
```

أجزاء أخرىفي برنامج برولوج

تعد الأجزاء الأربعة الرئيسية السابقة هى المكونات الرئيسية لبرنامج لغة البرولوج وهى (قسم العبارات وقسم الاسنادات وقسم المجالات وقسم الهدف) لا ينفى هذا أن هناك بعض الأجزاء الأخرى التى يتكون منها برنامج برولوج والتى لن نتمكن من الاستفاضة فيها والتى يتناولها كتاب (البرولوج دليل المستخدم والبرمجة اعداد المهندس عبد الحميد بسيونى عبد الحميد تحت الطبع) ويتناولها بالطبع كتاب دليل المستخدم الصادر باللغة الانجليزية من شركة بورلاند منتجة البرنامج وهو المرجع الأساسى لهذه المقدمة).

من الأجزاء الأخرى فى برنامج البرولوج :

قسم قاعدة البيانات Database section

يعتبر برنامج برولوج تجميعا من الحقائق والقواعد وفى بعض الأحيان وأثناء تشغيل البرنامج فقد تكون هناك حاجة لاضافة أو حذف أو تعديل بعض الحقائق التى يعمل عليها البرنامج ، وفى هذه الحالة تكون الحقائق ديناميكية أو (قاعدة بيانات داخلية) بحيث يمكن تغييرها أثناء تشغيل البرنامج، وتتيح لغة برولوج قسما فى البرنامج للإعلان عن الحقائق التى يمكن أن تكون قابلة للتعديل (التحديث بالحذف أو الاضافة أو التغيير).

يطلق على هذا القسم قسم قاعدة البيانات "database section" ، ويبدأ الاعلان عن هذا القسم بكلمة database وهذه الكلمة تعنى أن ما يليها من حقائق هى حقائق ديناميكية يمكن التعامل معها بالحذف والتعديل والاضافة فى قسم قاعدة البيانات.

قسم الثوابت constants section

يمكن استخدام رموز للثوابت والاعلان عنها في قسم الثوابت وتستخدم الكلمة Con- stants للتعبير عن بداية اعلان قسم الثوابت ويتبعها الثوابت نفسها وكل ثابت فى سطر مستقل مثال :

```
constants
a = 95.71
pi = 3.1416
midpoint = 2.7756
area = pi * Radius * Radius
```

هناك بعض المحظورات فى استخدام الرموز للتعبير عن ثوابت فلا يمكن مثلا أن نكتب

```
area = area * 5/5
```

النظام نفسه فى برولوج لايفرق بين الحروف الكبيرة والصغيرة فى قسم الثوابت ويجب تعريف الثوابت قبل استخدامها اذ يجب أن يتعرف عليها البرنامج قبل أن يجرى عيها أى عمليات تخصها.

الاعلان عن الثوابت عام بمعنى أنه يجرى التعرف عليه طوال البرنامج ولذا فان وضع ثابت بقيمة لا يمكن وضعه مرة أخرى وإلا ستظهر رسالة خطأ مثل

constant identifier can only be declared ance

قسم العموميات The Global sections

تسمح لغة برولوج بالاعلان عن المجالات والاسنادات والعبارات فى البرنامج بوضع كلمة global قبلها وتكون هذه الأقسام فى بداية البرنامج.

كما يمكن أن يتضمن برنامج برولوج توجيهات إلى المترجم وضم برامج أخرى وتحديد عملية تتبع الأخطاء.

موجز

.. يتضمن برنامج تربوبرولوج أربعة أقسام رئيسية ويتشكل الهيكل الرئيسى له على

الصورة.

domains

....

....

predicates

....

....

goal

....

....

clauses

....

....

.. قسم العبارات هو الذى يحتوى على الحقائق والقواعد.

.. قسم الاسناد هو الذى يتم فيه الإعلام عن شكل الحقائق وشكل المجالات وتبدأ الاسنادات بحرف صغير لاسم الاسناد.

.. قسم المجال وهو الذى يتم فيه الإعلان عن المجالات الغير قياسية أو مفهوم المعاملات وهى اما أن تكون أرقاما أو حروفا أو رموزا أو غيرها وهناك مجالات مركبة.

.. قسم الهدف حيث توضع الأهداف الداخلية للبرنامج وعندما يتحقق الهدف عند أول حل فإن برولوج تعلن تحقيق الهدف.

.. تحتوى برولوج على أكثر من مائتى اسناد داخلى وأكثر من ١٢ مجال قياسى لا حاجة للاعلان عنهم عند استخدامهم.

.. قسم قواعد البيانات يعطى امكانية تغيير الحقائق التى يحتويها بالتعديل والإضافة والحذف وغيرها.

التتبع العكسي والتوحيد
Unification and Backtracing

التوحيد (تطابق الأشياء) Unification : matching things

يقصد بالتوحد عملية قيام تربوبرولوج بالبحث فى العبارات عما يماثل المطلوب فى الهدف الفرعى ، سوف نتناول هذا المفهوم من خلال مثال موجود على الأقراص المرنة في الملف CHO5EX01.PRO

```
/* proram show unification */

domains
title, author= smbol
pages = integer
predicates
book (title, pages)
written_by (author, title)
long_ novel (title)
clauses
wrien_by (fleming, "Dr No").
Written _ by (melville, " MOBY DICK").
book ("Dr No", 310).
book (" MOBY DICK", 250).
long_novel (Title ) if
written_ by (_,Title ) and
book (Title, Length) and
Length > 300.
```

فى هذا المثال تم تعريف المجالات وتم كتابة مجموعة العبارات التى تمثل أن هناك قصتين كتبت احداهما بواسطة الكاتب فلمنج وهى الرواية البوليسية الشهيرة. د.نو والثانية رواية كتبت بواسطة الكاتب ملفيل وكتب عدد صفحات كل رواية منها ويراد تعريف الرواية

بأنها هى تلك التى يتجاوز عدد صفحاتها ٣٠٠ صفحة، وهو الشرط الموضوع فى الجمل.

لنكتب هدفا خارجياً على الصورة.

written by (X,Y).

أى أن التساؤل يكون عن اسم المؤلف وعنوان الكتاب دون تحديد شرط ما ، وسوف تبدأ برولوج فى البحث فى الحقائق، وفى أول حقيقة سوف تربط المتغير x باسم fleming وتربط y بقصة "Dr No" وعند هذا تعرض نتيجة الهدف على الصورة التالية :

x = fleming, y = " DR NO"

وطالما أن الهدف خارجى فان تربوبرولوج سوف تظل تتابع البحث عن كل الحلول الممكنة فتعرض بعدها .

x = melivlle, y = " MOBY DICK "

2 Solutions

وفي حالة ما اذا كان الهدف هو

writhen _ by (X, "MOBY DICK").

فى هذه الادلة سوف تبحث برولوج عن المعامل الثانى، وفى الحقيقة فإنها فى البداية سوف تبحث فى الحقيقة الأولى ولكنها سوف تجد أن المعامل الثانى (العنصر الثانى فى الجملة) فى هذه الحقيقة هو "DR NO"الذى لا يتطابق مع ماهو مذكور في الهدف ، ولذا فالتوحد لن يتم وتصل برولوج إلى الحقيقة التالية والتى تتوحد مع العنصر الثانى فى الهدف لذا فسوف تربط المعامل x بالاسم melville وتعرض على أنه هو الحل..

لنعرض الهدف التالى لتربوبرولوج لتبحث عنه

long _ novel (X).

أى أننا نبحث عن القصة الطويلة التى تحتويها مجموعة الحقائق المذكورة فى البرنامج لنعرف اسمها ، فى هذه الحالة عندما تحاول لغة البرولوج تحقيق هذا الهدف فانها تبحث عما إذا كان الهدف يطابق أو لا يطابق حقيقة أو رأس قاعدة وفى هذه الحالة فإن الهدف يتطابق مع رأس قاعدة long_nove (Title).

عندئذ يمكن للبرولوج أن تبدأ البحث ، وهى تبدأ من عند الجملة long_ novel لتكملة

التوافق بتوحيد المعاملات، وحيث أن X غير مربوطة فى الهدف فإن المتغير الحر X يمكن أن يتم ربطه بالمعاملات الأخرى.

أيضاً المتغير Title غير مربوط فى رأس جملة long _ novel والهدف يطابقه رأس القاعدة ، وبذا يتم التوحد بين المتغير الموجود فى الهدف X وبين المتغير الغير مربوط فى رأس القاعدة Title.

تربوبرولوج سوف تحاول بعد ذلك بالتالى تحقيق الأهداف الفرعية للقاعدة الموجودة والتى هى :

long_novel (Title)if
written_ by (_, title) and
book (Title, legnth) and
length > 300

في محاولة تحقيق جسم هذه القاعدة فإن تربو برولوج تستدعى الهدف الفرعى الأول من جسم هذه القاعدة وهو Written _ by (_,Title) ، وتبدأ برولوج من بداية البرنامج وحتي النهاية .

سوف تجد أن أول تحقيق هو (written _by (fleming, " DR NO" وبذا يرتبط المتغير Title بالاسم "DR NO" وتستدعى برولوج الهدف الفرعى الثانى والذى هو book (Title, length) وتضع فيه القيمة التى تم ربطها بالمتغير الذى أوجدت قيمته وبهذا يصبح الهدف الفرعى الثانى كما لو كان على الصورة book ("Dr No", lenght)

تبدأ البرولوج البحث من بداية البرنامج وحتى نهايته وستجد أن أول جملة تقابلها تناظر هذا الهدف الفرعى هى جملة book ("MOBY DICK", 250) ، ولكن يجب مطابقتها على باقى الجملة والذى يشتمل على أن عدد الصفحات أكبر من ٣٠٠ صفحة، وهذا الشرط غير متحقق ولذا فلن تفلح هذه النتيجة ، وستستمر لغة برولوج فى البحث مرة أخرى، وعندما تجد أن الهدف الفرعى الأول قد تحقق سوف تطبق مرة أخرى شرط عدد الصفحات وفى المرة الثانية ستجد أن الشرط قد تحقق وأن طول صفحات الكتاب أكبر من

٣٠٠ صفحة، عندئذ تستدعى الهدف الفرعى الثالث length > 300، وبذا تتحقق كل الأهداف الفرعية فى القاعدة.

بناء على ذلك فان الهدف long_novel (X) قد توحد ، كما أن المتغير Title فى القاعدة قد ارتبط مع "DR NO" ، وستكون النتيجة أن تربوبرولوج تعطى النتيجة المتوقعة لتكون

```
X = DR NO
1 solution
```

التتبع العكسي Backtracing

عند حل بعض المسائل التعليمية على وجه التحديد ، ففى الغالب يجب تحديد مسار المسألة بنهايتها المنطقية، وإذا كانت هذه النهاية لا تعطى إجابة المسألة التى تبحث عن جواب لها فيجب اختيار مسار متغير، ودون اطلاق تعميمات و كمثال لذلك فعند حل مسائل المتاهات فإن الشخص يسير فى اتجاه حتى يجد نهاية مغلقة فيعود كرة أخرى عكسيا حتى يبحث عن مسار آخر.

لكنه من الطبيعى ألا يعود الشخص إلى البداية بل يجب أن يعود إلى آخر تقاطع طرق مر به حتى يجد مساراً جديدا يسلكه قد يكون هو المسار الصحيح وهكذا إلى أن يصل فى النهاية إلى المسار الصحيح.

تستخدم لغة التربوبرولوج أسلوب العودة والمحاولة مرة أخرى فيما يسمى بالتتبع العكسى لايجاد الحل لمسألة ما، وعندما تبدأ فى البحث عن حل لمسألة (أو هدف) فإنها قد تصل إلى اتخاذ قرار بين حالتين محتملتين ، وعندئذ تضع علامة عند نقطة التفرع (وتسمى « نقطة التتبع العكسى ») ، وتختار الهدف الفرعى الأول كغرض فإذا لم يتحقق الهدف فإنها لا تلبث أن تعود إلى نقطة التفرع التى قامت بوضع علامة عليها لتختبر الهدف الفرعى الآخر.

والمثال التالي يوضح هذا الأمر :

```
/* Program CH05EX02. PRO */
```

```
predicates
    likes (symbol, symbol)
    tastes (symbol, symbol)
    food (symbol)
    clauses
    likes (jehan, X)if
    food (x), tastes (x, good).
    tastes (pizza, good).
    tastes (soup, bad).
    food (soup).
    food (pizza).
```

البرنامج يقول فى جملة أن جيهان تحب (صنفا ما) إذا كان هذا الصنف من (الطعام) وكان مذاقه (طيبا) ومن بين الأصناف البيتزا ومذاقها طيب والحساء ومذاقه سيء وكلاهما من أنواع الطعام.

هذا البرنامج يتكون من مجموعتى حقائق، وقاعدة واحدة وتتمثل (القاعدة بعلاقة likes التى تحقق أن جيهان تحب الطعام ذا المذاق الحسن) ، والآن لنعط هدفا خارجياً للبرولوج بكتابة هذا البرنامج وترجمته Compile وعند ظهور مشيرة الهدف Goal : نكتب .likes (jehan, What).

عندما تبدأ البرولوج لتحقيق الهدف فإنها تبدأ من بداية البرنامج للبحث عن التطابق وتبدأ بالبحث عن حل الهدف likes (jehan, What) لتجد أن الرمز What يتطابق مع المتغير X ولذا ستبدأ برولوج فى تحقيق القاعدة ولهذا فإنها ستبدأ البحث فى جسم القاعدة وتستدعى الهدف الفرعى الأول منها وستجد أنه food (X).

لقد بدأ ههنا استدعاء جديد لهدف فرعى وطالما أنه قد تم استدعاء هدف فرعى لكى يتحقق فسيبدأ البحث مرة أخرى من بداية البرنامج.

فى البحث لتحقيق الهدف الفرعى الأول تبدأ برولوج فى بداية البرنامج محاولة تحقيق التطابق مع كل حقيقة أو رأس قاعدة، وتجد التوافق مع الاستدعاء عند الحقيقة الأولى والتى تمثل علاقة food ، وهنا فالمتغير x يرتبط بالقيمة soup وحيث أن هناك أكثر من اجابة محتملة للاستدعاء food (X) فإن برولوج تضع نقطة تتبع عكسى بعد الحقيقة

food (soup) وهذه النقطة تحدد أين تبدأ برولوج فى البحث للاحتمال الثانى للتطابق عن food (X).

عندما يجد الاستدعاء توافقا ناجحا فى الاستدعاء يعود ويتم البحث عن تحقق الهدف الفرعى التالى.

عندماترتبط x مع soup فإن الاستدعاء الحالي يتم وهو (taste (soup, good، وتبدأ برولوج فى تحقيق هذا الاستدعاء بادئة من بداية البرنامج وحيث أن الجملة غير موجودة فبالتالى لن يتحقق التطابق ولذا فإن الاستدعاء سوف يفشل فى الوصول الى نتيجة، وتسقطه برولوج آليا من التتبع العكسى، وترجع برولوج إلى نقطة التتبع العكسى، وبالتالى تعود الى الحقيقة (food (soup ، اذ طالما أن المتغير قد ارتبط فى جملة فإن الطريقة الوحيدة لتحريره هى من خلال التتبع العكسى.

عندما تعود برولوج الى نقطة التتبع العكسى فإنها تحرر كل مجموعة المتغيرات بعد هذه النقطة ، وتبدأ فى وضع حل آخر للاستدعاء الأصلى والذى كان (food (X والذى تم من قبل للمتغير X سوف يتحرر.

تبدأ برولوج فى حل الاستدعاء مرة اخرى بدءا من المكان الذى تم تركه وتجد أن التوافق يتم مع الحقيقة (food (pizza وتعود مرة أخرى ولكن هذه المرة مع المتغير X مرتبط مع القيمة pizza.

تتحرك برولوج إلى الهدف الفرعى التالى وتبدأ من أول البرنامج وستجد tastes (pizza, good) وحيث أن المتغير What فى الهدف قد توجد مع المتغير X فى قاعدة likesوأن المتغير X قد ارتبط بالقيمة pizza فان المتغير What قد ارتبط الآن بالقيمة piz-za ويخرج من برولوج تقرير عن الحل يكون على الصورة :

What = pizza
1 solution

تربوبرولوج لن تجد قط الحل الأول للمشكلة ولكنها فى الحقيقة قادرة على ايجاد كل الحلول الممكنة فلنأخذ المثال التالى :

```
/ * program CHOSEX03.PRO */
domains
    child = symbol
    age = integer
    predicates
    player  (child, age)
    clauses
    player (peter,9).
    player (paul,10).
    player (chris,9).
    player (susan,9).
```

هذا البرنامج يمثل استخدام البرولوج لترتيب مجموعات مباريات بين مجموعة من اللاعبين من أعمار ٩ سنوات على صورة مباراتين لكل زوج من اللاعبين ، ولإيجاد كل الاحتمالات الممكنة للزوجيات فإن البرنامج كتب فيه قسم المجال وقسم الاسنادات ثم كتبت الجمل التى تحتوى على أسماء اللاعبين وأعمارهم وهم أربعة لاعبين، ويراد وضع صيغة الهدف الداخلى الذى سيتم بناء عليه توزيع وعرض مجموعة المباريات.

يكتب الهدف الداخلى على الصورة:

```
goal:
player (Person1,9) and
player (Person2,9) and
Person 1 <> Person2
```

بمعنى أن المطلوب هو ايجاد اللاعب (شخص ١ وعمره ٩ سنوات) واللاعب (شخص ٢ وعمره ٩ سنوات) بشرط (ألا يكون شخص ١ غير مساو شخص ٢).

١- تبدأ برولوج في محاولة إيجاد حل للهدف الفرعى الأول player (Person (1,9) ويتحقق هذا الهدف بتوافق Persen 1 كمتغير مع peter وتبدأ برولوج فى تحقيق الهدف الفرعى التالى player (Perrson 2,9) وكما نعلم فإن برولوج سوف تبدأ من البداية لتجد أن Person2 تتوافق مع peter أيضا ، ولذا تأتى برولوج إلى الهدف

الفرعى الأخير والمتمثل فى Person 1 <> Person2

٢ – طالما أنPerson2, Person1 قد ارتبطا مع peter فإن الهدف الفرعى لا ينجح لأنه لا يحقق الهدف الفرعى المصاغ على شكل عدم تساوى نفس الشخصين، ولهذا تبدأ برولوج فى التتبع العكسى وتبحث عن حل آخر للهدف الفرعى الثانى مع إغفال الحل الذى سبق لتجد أن Person2 تتحقق مع chris.

٣ – وبهذا يتحقق الهدف بمجموعة أولى مكونة من chris, peter

٤ – لما كان على برولوج أن تجد كل الحلول الممكنة للهدف فإنها تعود مرة أخرى ، ومعها نفس الشخص بيتر الذى مازال مرتبطا بالمتغير فى الهدف الفرعى الأول، ولتحقيق الهدف الفرعى الثانى (Person 2,9) player تبحث فى مجموع الجمل حتى تجد الهدف الفرعى الثانى يتطابق مع susan وينجح هذا الحل لاختلاف susan, peter لهذا فهناك حل آخر.

٥ – للبحث عن حلول أخرى تعود برولوج أدراجها إلى نقطة التتبع العكسى ولكنها ستجد أن كل الحلول الممكنة لهذه الحالة قد استنفذت ولهذا فالتتبع العكسى يعود الى الهدف الفرعى الأول وسيجد أن هذا الهدف يمكن أن يتحقق باختيار تطابق person 1مع chris وينجح مع Person2 متطابقا مع peter وفيه يتحقق أيضاً الهدف الفرعى الثالث.

٦ – البحث عن حل آخر يعطي chris مع chris وهو مالا يحقق الهدف الثالث ولذا يبدأ التتبع العكسى ليعطى chris مع Susan.

٧ – تعود برولوج للبحث عن حلول أخرى لنجد أن Person1 = susan يتحقق وهكذا حتى تخرج بحلين هما susan مع peter، الحل الآخر susan مع chris وبالتالى سوف يصبح هناك ستة حلول هى :

Person1 = peter , Person2 = chris
Person1 = peter , Person2 = susan
Person1 = chris , Person2 = Peter

```
Person1 = chris , person2 = susan
Person1 = chris , person2 = peter
Person1 = susan , Person2 = chris
6 solutions
```

فى هذا المثال لم تفرق برولوج بين أن الشخص الأول هو peter، والشخص الثانى هو peter بمعنى أنها أعطت مباراة بين peter, susan ثم أعطت مباراة بين susan, peter ولم تستطع التمييز بينهما.

في الحقيقة فإن البرنامج وضع هكذا لإعطاء مباراة لكل لاعب على ملعبه ولكن لو أن عملية التفرقة مطلوبة، لا لتكون المباريات زوجيات بين كل اثنين من اللاعبين فمن الضرورى اجراء التحكم فى استخراج البرنامج للنتائج والتحكم فى مثل هذا الأمر سوف يظهر فيما بعد.

تمرين ماهو استبعاد بول من المباريات وكيف تم استبعاده من التتبع العكسى ؟

تمرين بالنظر إلى البرنامج السابق ما الذى سوف تقوله برولوج عن الهدف

Pleyer (Person 1,9), player (Person 2,10).

* program CHOSEX04.PRO */

مثال آخر

```
domains
name, thing = symbol
predicates
likes (name, thing)
reads (name )
clauses
likes (john, flowers).
likes (lance, skiling).
likes (Z, Book )if
reads (Z) and is  inquisitive (Z).
likes (lance, book).
```

```
likes (lance, films).
likes (lance, book).
reads (john).
is - inquisitive (jon).
```

تمرين اكتب الهدف الفرعى واشرح ما الذى يتم ؟

```
likes (X, flowers ), likes (X,book).
X=john
1 solution
```

التتبع العكسى مع الهدف الداخلى :

```
/* program CHOSEX05.PRO */
preedicates
type (symbol, symbol )
is - a ( symbol, symbol )
lives ( symbol, symbol )
can  swin ( symbol)
goal
can=swin ( What),
write ("A", What, " can swim.").
clauses
type (ungulate, aninal).
type (fish,animal).
is a (zebra, unqulate).
is _ a (herring, fish).
is _ a (shark, fish).
lives (zebra, on _ land).
lives (frog, on _ land).
lives (frong, in _ water).
lives (shark, in _ water).
```

```
can swin (Y):-
type (X, animal),
is _ a (Y,X),
lives (Y, in _ water).
```

يحتوى هذا المثال على هدف داخلى وبعد أن تتم ترجمة البرنامج وتنفيذه تبدأ برولوج تنفيذ هذه الخطوت :

١ – تبدأ بوضع توحيد المتغير Whatمع Y

٢ – لتحقيق جسم القاعدة (الهدف الفرعى الأول منها) type (X, animal) وتبحث عن تطابق هذا الاستدعاء من علاقات type

٣ – تتطابق X مع ungulate ويتم استدعاء الهدف الفرعى الثانى ليكون

is_a. (Y, ungulate)

٤ – تبحث فى الحقائق لتجد Y تتطابق مع (Zebra)وتضع نقطة التتبع العكسى.

٥ – الآن ارتبطت Y,ungulate ، zebra ولتحقيق الهدف الفرعى التالى lives (zebra, in_ water) تبحث برولوج فى جمل lives عن هذا التحقيق فلا تجده ولذا تستبعده وتبدأ فى البحث عن حل آخر حتى تصل إلى الحقيقة التى تقول:

. A shark can swim.

التحكم فى البحث عـــن الحلـــول

إن طبيعة تركيب برولوج فى التتبع العكسى يمكن أن تنتج بحثا غير ضرورى وفى بعض الأحيان يراد حل واحد لتساؤل وفى بعض الأحيان يراد الاستمرار فى البحث عن حلول أخرى، لهذا فمن الضرورى معرفة امكانية التحكم فى عملية التتبع العكسى.

تقدم برولوج أداتين تسمحان بالتحكم فى عملية التتبع العكسى هما اسناد السقوط

fail predicate الذى يستخدم لإجبار عملية التتبع العكسى، والقطع cut الذى يستخدم لمنع التتبع العكسى.

استخدام اسناد السقوط (اجبار التتبع العكسي) fail predicate.

تبدأ برولوج التتبع العكسى عندما يفشل استدعاء، وفى بعض الحالات فإنه من الضرورى اجبار التتبع العكسى من أجل ايجاد حلول بديلة مثال :

```
/* program CHO5EX06.PRO using fail predicare */

domains

name = symbol

predicates

father (name, name)

everybody

clauses

father (leonard, katherine).

father (car1, jason).

father (car1, marline).

everbody :-

father (X,Y),

write (X,"is", Y, "s father \n"),

fail.
```

وسواء استخدم الهدف داخلياً أو خارجياً كالآتى

```
goal : father (X,Y).
```

فإن هناك اختلافا فى العمل تقوم به برولوج فعندما يتحقق (الهدف الداخلى) فليس هناك ما يخبر برولوج بالتتبع العكسى ولهذا يأتى حل واحد.

نلاحظ أن الاسناد everybody يستخدم fail لإجبار التتبع العكسى وبالتالى ايجاد كل الحلول الممكنة لنكتب

Goal : father (X,Y).

X = leonard, Y = katherine

X = carl, Y = jason

X = car l, Y = marline

3 solutions

من المهم ملاحظة ما سوف يتم أيضا عند طلب تنفيذ الهدف الداخلى المحتوى فى داخل البرنامج تحت اسم everbody.

goal : everybody

leonard is katherine's father

car l is jason's father

carh is marlin's father

No

وهذا ناجم من أن الاسناد everybody ينتهى بالكملة fail ولا يتوقف عن التتبع العكسى إلا إذا انتهت جميع الحلول وهو ما يجبر برولوج على التتبع العكسى برغم أن الهدف يعتبر داخليا.

ينبغى ألا يتبع كلمة fail أى هدف فرعى ذلك أن أى هدف فرعى بعد fail لن يمكن الوصول إليه اذ ستتم العودة إلى التتبع العكسى بدون الوصول إلى أى هدف فرعى بعد fail.

اخـتـبـــــارات :

الغ كلمة fail فى البرنامج السابق ثم اعط هدفا هو everybody واشرح ما يحدث (لن يكون هناك سوى حل واحد).؟

لماذا تنتهى نتائج الهدف every body بكلمة No?

منع التتبع العكسي (القطع) The cut.

تحتوى تربوبرولوج على القطع cut والذى يستخدم لمنع التتبع العكسى ويكتب على صورة علامة التعجب (!)، وتأثير هذا القطع أنه لا يسمح بالتتبع العكسى من خلال القطع، وتوضع هذه العلامة كمثل الهدف الفرعى فى جسم القاعدة، وعندما يتم التنفيذ ويصل إلى مكان القطع وتتحقق الشروط فإن الهدف الفرعى التالى لمكان القطع يتم استدعاؤه وما دام قد تم عبور منطقة القطع فلا يمكن عمل التتبع العكسى لأهداف فرعية سبق تحققها قبل منطقة القطع وهناك استخدامان رئيسيان للقطع :

١ – عندما يكون معلوماً أن احتمالات معروفة لن تكون ذات فائدة وسيكون مضيعة للوقت واستخدام مساحة تخزين واسعة للبحث عن كل الحلول الممكنة ويسمى هذا بالقطع لاأخضر Green cut

٢ – عندما يكون منطق البرنامج يتحقق بالقطع لمنع اعتبارات الأهداف الفرعية المتعددة ويسمى بالقطع الأخضر Red cut.

نكتفى هذا القدر من هذه اللغة حتى نلتقى بمشيئة الله مع كتاب كامل ومستقل عن لغة البرولوج.

المصادر والمراجع

نظم الخبرة للرؤية بواسطة الحاسب مجلة كمبيوتر العدد ١٧ من ٨ : ١٠ أ.د. محمد علی الشرقاوی

تعرف على نظم المعرفة مجلة عالم الكمبيوتر ديسمبر ١٩٩١ من ٤٠ : ٤١ د عارف رشاد

زرع العقل فى الحاسوب مجلة آفاق عملية مايو ١٩٩٠ من ٢٤ : ٢٧ مارفن مينسكى.

نظام خبرة لصناعة الحديد والصلب مجلة عالم الكمبيوتر . ابريل ١٩٩٢ من ٢٤ : ٢٥ د عارف رشاد .

هل الانسان الآلى هو خادم المستقبل . مجلة كمبيوتر عدد ١٧ من ٦ : ٧ د هانى كمال مهدى

الانسان الآلى (الروبوت ومصانع المستقبل) مجلة كمبيوتر العدد ٢٥ ابريل ١٩٨٨ من ٢٨ : ٣٠ د.م توفيق توفيق الميدانى

الكمبيوتر ... فى مواقع الانتاج الزراعى . الروبوت فى الزراعة العدد ٣٧ مجلة الكمبيوتر من ٩١ : ٢١ وجدى رياض

برمجة الأجهزة المتحركة . مجلة كمبيوتر . العدد ١٩ من ١٢ : ١٤ د هانى كمال مهدى

برمجة الاطراف الصناعية . مجلة كمبيوتر العدد ٢٢ من ١٠ : ١١ هانى كمال مهدى

أساليب البرمجة والمحاكاة . مجلة كبيوتر عدد ٢١ من ٦ : ٨ أ.د محمد على الشرقاوى .

تطور نظم الخبرة فى مجال الحاسبات الشخصية . مجلة كمبيوتر العدد ٢٥ من ١٤ : ١٧ أ.د محمد على الشرقاوى .

السمات العامة للغات الذكاء الاصطناعى ونظم الخبرة لغة البرمجة المرتبطة بالأهداف العدد ٢٨ مجلة كمبيوتر من ١٣ : ١٥ أ.د محمد على الشرقاوى

السمات العامة للغات الذكاء الاصطناعى ونظم الخبرة لغة البرمجة بأسلوب القائمة العدد ٢٦ مجلة الكمبيوتر من ٦ : ٩ أ.د محمد على الشرقاوى

النظم الخبيرة وبرنامج « اكسبرت رول » مجلة الكمبيوتر والتكنولوجيا العدد الخامس من ٣٠ : ٣٤ نعيم راضى

النظم الخبيرة لغير الخبراء . عالم الكمبيوتر مايو ١٩٩٢ من ٥٨ : ٥٩ . د أمين صالح

الجيل الخامس من الحاسبات ومعركة القرن مجلة كمبيوتر العدد ٢٣ من ٨ : ١٥ أ.د محمد اديب غنيمى

الذكاء الاصطناعى . عالم الكمبيوتر فبراير ١٩٩٢ من ٢٢ : ٢٤ .د محمد اديب غنيمى

N.H.REBERT & E.E.SWIZERLAND Scientific American january 1983 , Machines that walks .

E.rich : " Artificial Intellegence " , Int . Student edition , 1985 .

A.Bonnet : " Artificial Intelligence " , prentice Hall Int , 1985 .

A. Barr and E.A. Feigenbaum : " The Handbook of Artifical Intelligence-3 Vol. " Pitman .

J.E. Hayes and D. Michie : " Intelligent systems , Ellis Hovwood ltd , 1984 .

N.Ni Lsson : " Principles of Artificial Inteligence " , Springer - Veriage , 1982 .

P.H. Winston : " Artificial Intelligence " , Addision - Wesley , 1984.

Henry C.Miskoff, " understanding Artificial Intelligence " , Texas Insturments learning Center , 1985 .

Paul R. cohcn , and Edward A. Feigenbaum , " The Handbook of Atificial Intelligence " , William kaufman , 1982 .

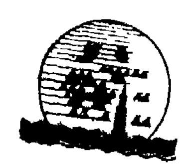
Gary A. Shadc ; " Speech Systems for your Microcomputer " ; WG BOOKS , 1984 .

John krutch ; " Experiments in Artificial Intelligence for Microcomputer " , SAM's 1986 .

أساسيات الذكاء الصناعي د . علاء الدين محمد عويد دار الحرية للطباعة والنشر بغداد ١٩٨٧ .

فهـرس

(مقدمة الذكاء الاصطناعى)



رقم الإيداع بدار الكتب : ٩٣/١٠٢٦١

مطابع الوفاء - المنصورة
شارع الإمام محمد عبده المواجه لكلية الآداب
ت : ٣٤٢٧٢١ - ص.ب : ٢٣٠
تلكس : ٢٤٠٠٤ DWFA UN

هذا الكتاب

يتناول واحدا من موضوعات التقدم العلمى والتطور التقنى في مجال الحاسبات ويستعرض فى شمول وبإيجاز مقدمة الذكاء الاصطناعى للحاسب الآلى مستشرفا آفاق المجالات المختلفة فى هذا الموضوع الصعب التناول من البرمجة الآلية ومعالجة اللغات الطبيعية والرؤية فى الحاسب والروبوت وإنجازات بحوث الذكاء الاصطناعى فى تطبيقات الإعلام المتعدد.

احتوى الكتاب أيضاً على فصل مستقل عن النظم الخبيرة وأساليب واستراتيجيات بنائها والبحث فيها والبرامج المستخدمة كوعاء لها ، كما تناول فى فصلين مستقلين لغات البرمجة المستخدمة فى الذكاء الاصطناعى ، وهو أول كتاب فى اللغة العربية يشتمل تفصيلاً على مقدمة البرمجة بلغةبرولوج محتوياً على أمثلة غنية لشرح اللغة وتعلم أساسياتها وتكوين برنامجها وأقسام البرنامج والتحكم فى الحلول فيها.

أسأل المولى عز وجل خير هذا السفر وأن يكون العلم النافع والعمل الصالح وأن ينتفع به أهلى وأن أنال منه الأجرين ،

عبد الحميد بسيونى



دار النشر للجامعات المصرية - مكتبة الوفاء

٤١ ش شريف ت ٣٩٣١٢٣٤/ ٢٩٣٤٦٠٦ ، فاكس ٣٩٢١٩٩٧

تطلب جميع منشوراتنا من :



دار الوفاء للطباعة والنشر والتوزيع - المنصورة ش.م.م

الإدارة والمطابع : المنصورة ش الإمام محمد عبده المواجه لكلية الآداب

ت : ٣٤٢٧٢١ / ٣٥٦٢٢٠ / ٣٥٦٢٣٠

المكتبة : أمام كلية الطب ت: ٣٤٧٤٢٣ ص . ب : ٢٣٠ تلكس DWFA UN 24004.